التكامل بين نظم المعلومات الجغرافية (GIS) والنمذجة الهيدرولوجية والهيدروليكية (HEC-HMS & HEC-RAS) عند تقدير مخاطر الفيضان المحتملة بالمناطق العمرانية: مخاطر سيول وادي سمين المؤثر على مدينة أملج بمنطقة تبوك – أنموذجاً

د/ أشرف أحمد علي عبد الكريم

أستاذ جغرافية العمران ونظم المعلومات الجغرافية المشارك بمركز البحوث بوزارة الإسكان بالرياض

د/ علي عبد الله الدوسري

أستاذ نظم المعلومات الجغرافية المساعد بقسم الجغرافيا بكلية الآداب بجامعة الملك سعود

الملخص

تعني هذه الدراسة بتطوير نموذج ثنائي الأبعاد لحساب سرعة وعمق وانتشار فيضان وادي سمين المؤثر على مدينة أملج من أجل تحديد المناطق العمرانية المعرضة للفيضانات، وتحديد مؤشر المخاطر وتصميم استراتيجيات للتخفيف من آثار الفيضانات المحتملة تكون على درجة كبيرة من الأهمية لأصحاب القرار السياسي والتخطيطي.

وقد تم استخدام النموذجين الهيدرولوجين (HEC-1 and HEC-HMS) لبرنامج الـــــ (WMS) في حساب منحنى هيدروجراف السيول لأحواض التصريف المختلفة، وتقدير حساب كميات مياه السيول ومعدلات تدفقها اعتماداً على طريقة (SCS Unit Hydrograph)، وتم تحليل وتقدير عمق الأمطار لفترات رجوع مختلفة (٥، ١٠، ٢٠، ٢٥، ٥٠، ١٠٠ سنة) وتحديد منحنيات الكثافة – المدة – التكرار (IDF-Curve) لمحطة أمطار أملج، باستخدام التحليل الإحصائي لبرنامج (Hyfran)، كما تم توظيف برنامج النمذجة الهيدروليكية (HEC-RAS) عند تطوير نموذج ثنائي الأبعاد لحساب سرعة وعمق وانتشار الفيضان، كما تم توظيف (GIS&R.S) في إنتاج خرائط استخدامات الأرض وخرائط التربة والجيولوجيا لأحواض التصريف والتي تعد المدخلات الأساسية لتشغيل النموذج الهيدرولوجي (HEC-HMS &HEC-1).

وتشير نتائج الدراسة إلى أنه تتعرض الأجزاء الشمالية لمدينة أملج للغمر عند حدوث فيضان وادي سمين، حيث تبلغ المساحة المغمورة بمياه الفيضان نحو ١٨ كيلومتر مربع، وتشكل فئة المخاطر العالية (١.٥ فأكثر م٣/ث) نسبة ٢٥%، وتشكل نحو ٤.٥ كم^{٢} من المناطق المغمورة بالفيضان، في حين تمثل فئة المخاطر المتوسطة نحو ٤٠%، وتحتل فئة المخاطر الضعيفة نحو ٣٥% من المناطق المغمورة بالمياه في المدينة، وقد تم الاعتماد على تدفق ذروة يبلغ ١٣٠١.٦٢ م^{٣}/ث خلال فترة الرجوع ١٠٠ سنة، وبلغ حجم مياه الفيضان نحو ٥٦١٨٠٣٥٢.٦ م^{٣}، وزمن الوصل لأقصى تصرف ١١٨٥ دقيقة، وقد وروعي في حساب هذا

التدفق وجود سد سمين المقام لتخزين المياه على الوادي، حيث تم استبعاد مياه السيول القادمة من أعلى وادي سمين قبل منطقة السد وذلك بسبب حجز مياه هذا الجزء من خلال السد المقام حالياً، وتعرض الدراسة خريطة مؤشر المخاطر للنموذج الهيدروليكي ثنائي الأبعاد، وخريطة المناطق العمرانية المعرضة لمخاطر السيول، وخريطة الحماية ودرء مخاطر السيول لمدينة أملج من خلال تنفيذ حزمة من المنشأت الهيدروليكية لاحتواء وضبط مياه السيول القادمة من الشرق، والاستفادة من مياهها ومواردها بما يسهم في حفظ الأمن المائي والغذائي والسكني للمدينة لإرساء قواعد التنمية العمرانية المستدامة، وتوصي الدراسة بوضع النتائج التي تم التوصل إليها أمام متخذي القرار لتنفيذها في خطط مواجهة مخاطر السيول وتطوير وتحسين كفاءة البنية التحتية لتصريف مياه الأمطار بما يتماشى مع رؤية المملكة ٢٠٣٠م.

الكلمات الدالة:

نظم المعلومات الجغرافية (GIS) – النمذجة الهيدرولوجية (WMS) – النمذجة الهيدروليكية (HEC-RAS) – النموذج الهيدرولوجي (HEC-1 & HEC-HMS) – خريطة المناطق العمرانية المعرضة لمخاطر السيول مؤشر مخاطر الفيضان بالمناطق العمرانية لمدينة أملج – وخريطة الحماية ودرء مخاطر السيول.

مقدمة:

يشير التقرير الذي أعده كل من مكتب الأمم المتحدة للحد من الكوارث (UNISDR)، والمركز البلجيكي للبحوث المتعلقة بالأوبئة الناجمة عن الكوارث (CRED)، إلى إنه بين عام ١٩٩٥م و٢٠١٥م وقعت نحو ٣٠٦٢ كارثة فيضانات، تمثل نحو ٤٧% من جملة الكوارث المتعلقة بالطقس، ونحو ٤٣% من جملة الكوارث الطبيعية مجتمعة، والتي تشمل أيضا المخاطر الجيوفيزيائية مثل الزلازل والبراكين، واحتلت الفيضانات المرتبة الأولى في عالم الكوارث، مسببة أضرار لحوالي ٣٢ مليون شخص، (GUHA-SAPIR, et al, 2015).

وتشير البيانات الصادرة عن (Doocy, et al, 2017) أن الكوارث الطبيعة التي حدث في المملكة العربية السعودية خلال الخمسة عشر عاماً الماضية (٢٠٠٣-٢٠١٨م) بأن الفيضانات كانت أكثر الكوارث الطبيعية تكراراً ومن المتوقع تكرار وقوعها بواقع سبعة فيضانات في السنة بسبب عملية التحضر السريع، وتغير المناخ، وتوسع المدن بدون ضوابط تخطيطية واضحة، الأمر الذي يحتم بإجراء دراسات حول احتمالية وقوع الفيضانات في المدن سريعة التحضر في المملكة العربية السعودية كما هو الحال في مدينة أملج محل الدراسة.

وقد تطورت النماذج الهيدرولوجية المستخدمة في تقدير الذروة وحساب منحنى الهيدروجراف بالتوافق مع مصادر المعلومات المكانية التي توفرها تقنيات الاستشعار عن بعد (RS)، ونظم المعلومات الجغرافية (GIS)، حيث يوفر برنامج النمذجة الهيدرولوجية (WMS) (Watershed Modeling System) بيئة رسومية متقدمة لبناء وتشغيل عدد كبير من النماذج الرياضية المختصة بعمل الحسابات الهيدرولوجية والهيدروليكية والتي يمكن تقسيمها إلى ستة نماذج أساسية وهي على الترتيب: النماذج الهيدرولوجية وأهمها (HEC-HMS, HEC-1)، يليها النماذج الهيدروليكية وأهمها (HEC-RAS, HY-8)، ثم نماذج شبكات تصريف الأمطار وأهمها (EPA-SWMM, XP-SWMM)، ونماذج تحليل توزيع المياه وأهمها (EPANET)، ونماذج جودة المياه وأهمها (HSPF, CE-QUAL-W2)، والنماذج الهيدرولوجية ثنائية الأبعاد وأهمها (GSSHA).

وقد تم تطبيق النموذجين الهيدرولوجين (HEC-HMS & HEC-1) في هذه الدراسة باعتبارهما أكثر البرامج المستخدمة لحساب (Flash flood) وتحديداً في تقدير الذروة وحساب منحنى الهيدروجراف ويتكون النموذج الهيدرولوجي (HEC-1) من أربع وحدات تشغيلية أساسية تتمثل في وحدة حساب زمن التركيز والتأخير (Time of concentration, Lag Time)، ووحدة تشغيل الأمطار والتساقط (Precipitation)، ووحدة تشغيل الفواقد (Loss Method)، والوحدة التشغيلية الأخيرة حساب الهيدروجرافات (Unit Hydrograph method)، وقد تم توظيفه في حساب مدخلات برنامج النمذج الهيدرولوجية (HEC-HMS)، (عبد الكريم، أشرف أحمد علي، ٢٠١٨م).

كما تم تطبيق النموذج الهيدروليكي (HEC-RAS)، في تحديد عرض وعمق وسرعة الجريان السطحي للأودية المؤثرة ومن ثم تحديد المناطق المعرضة لمخاطر السيول لقدرته على تقديم نموذج ثنائي الأبعاد لحركة انتشار وعمق وسرعة المياه بالفيضان، وهذه الخصائص لا تتوفر في النموذج أحادي الأبعاد لجريان مياه الفيضان، (Bates and De Roo, 2000).

وتماشياً مع هذا الانتشار قامت وزارة الشؤن البلدية والقروية، وهيئة المساحة الجيولوجية السعودية بالمملكة العربية السعودية، طبقاً للأمر السامي رقم ٢٨٨٦٥ وتاريخ ١٤٣٨/٣/٢٨هـــ، بتعميم تطبيق هذه النماذج (HEC-1, HEC-HMS, HEC-RAS) ضمن حزمة النماذج التشغيلية لبرنامج النمذجة الهيدرولوجية (WMS) في جميع البحوث والدراسات الهيدرولوجية بالمملكة العربية السعودية وهو أمر يشير إلى أهمية التحولات الحديثة والمعاصرة في نمذجة مخاطر السيول على المستوى المحلي والدولي.

أولاً: إشكالية الدراسة:

- أن عدم القدرة على تحديد مسار وادي سمين وحدوده بالقرب من الكتلة العمرانية لمدينة أملج على الخرائط الطبوغرافية، والصور الجوية، والارتفاعات الرقمية، وصعوبة معرفة عمق، وسرعة، وتحرك الفيضان لوادي سمين، بنموذج أحادي الأبعاد، تحتم إنشاء نموذج ثنائي الأبعاد باستخدام برنامج النمذجة الهيدروليكية (HEC-RAS).
- التوسعات العمرانية السريعة للمدينة، واعتماد مخططات عمرانية دون الأخذ في الاعتبار مسارات الأودية وشعابها، بالإضافة إلى أعمال الردم المستمر من قبل الأهالي ومطوري الخدمات، حيث تعرضت معظم الأودية وشعابها، إلى أعمال التعدي بالردم، مع غياب وجود آلية واضحة لدرء مخاطر السيول عن مدينة أملج التي تتعرض لمخاطر الفيضان المتكرر لوادي سمين، والشكل رقم (١) يوضح جوانب من إشكالية الدراسة.

ثانياً: أهداف الدراسة:

١- تحديد تدفق الذروة وحساب منحنى الهيدروجرافات، باستخدام النموذج الهيدرولوجي (HEC-HMS) داخل برنامج النمذجة الهيدرولوجية (WMS).

٢- تحديد عمق، وسرعة، وانتشار المياه بالنموذج ثنائي الأبعاد، باستخدام برنامج النمذجة الهيدروليكية (HEC-RAS).

٣- تحديد المناطق العمرانية المعرضة لمخاطر السيول بمدينة أملج جراء جريان وادي سمين.

٤- توجيه التنمية العمرانية بإنتاج خريطة لدرء مخاطر السيول لمدينة أملج اعتماداً على النمذجة الهيدروليكية (HEC- RAS)، ونظم المعلومات الجغرافية (GIS).

ثالثاً: الدراسات السابقة:

لاتزال دراسات نمذجة مخاطر الفيضان في المناطق العمرانية تعاني شحاً كبيراً في المكتبة العربية، وخاصة التي وظفت النموذج ثنائي الأبعاد لعمق وسرعة وانتشار الفيضان اعتماداً على النمذجة الهيدروليكية (HEC-RAS)، ومن أهم الدراسات التي طبقت النمذجة الهيدرولوجية (WMS) والهيدروليكية (HEC-RAS) دراسة سينتايهو لمحاكاة جريان حوض نهر النيل الأزرق العلوي باستخدام نموذج HEC-HMS، ووهيدروغراف وحدة سنايدر، (SINTAYEHU, 2015)، وقام نورهان وآخرون بمحاكاة علاقات جريان المياه وهطول الأمطار باستخدام نموذج HEC-HMS في البيئة الجافة في وادي العقيق، المدينة المنورة، المملكة العربية السعودية (NORHAN, et al, 2016)، وقام سامباث بتصميم العلاقات بين هطول الأمطار وجريان المياه باستخدام نموذج HEC-HMS في مستجمعات المياه المدارية في سريلانكا، (SAMPATH et al, 2015)، واستخدم ميلنيغ نموذج HEC-HMS لمحاكاة جريان المياه في المنطقة شبه الجافة في شمال غرب الصين، (MEILING et al, 2016).

وقد استخدام لواتشاريا ومنصوري نموذج HEC-HMS من خلال استخدام العاصفة التكرارية لمحاكاة جريان المياه في مستجمعات المياه الحضرية الصغيرة في شمال شرق الجزائر، (LAOUACHERIA and MANSOURI, 2015).

شكل (١) يوضح جوانب من إشكالية الدراسة لمخاطر السيول بمدينة أملج، والصور (A,B) تظهر انهيار الطريق نتيجة السيول في مدينة أملج، والصور (C,D,E,F) توضح المناطق التي غمرتها مياه السيول داخل مدينة أملج في ١٤٤٠/٣/٣هـ

المصدر: من عمل الباحثين اعتماداً على الزيارة الميدانية

واستخدم خليل وآخرون نموذج HEC-HMS وطريقة Muskingum-Cunge في حساب فقدان التدفق المائي للمستجمعات الفرعية باستخدام الأساليب القائمة علي نظم المعلومات الجغرافية، لوادي الليث بالمملكة العربية السعودية، (Khalil, et al, 2017)، وقدم الزهراني وآخرون نموذج لمحاكاة الفيضانات لمنطقة مستجمع المياه في مدينة حفر الباطن، ويتألف النموذج من نموذج هيدرولوجي، ونموذج هيدروليكي وأدوات ما قبل وما بعد عملية المعالجة، (Al-Zahrani, et al, 2017).

واستخدم بيتس ودي رو نموذج تدفق قناه الموجه الحركية أحادية الأبعاد وتمثيل موجة انتشار ثنائي الأبعاد لتدفق السهل الفيضي لمحاكاة الغمر بمياه الفيضانات المصممة للعمل مع شبكة نقطية عالية الدقة (Bates and De Roo, 2000)، كما قام عبد الكريم بتطبيق النموذج الهيدرولوجي (HEC-1) والهيدروليكي (HEC-RAS) عند تحديد مؤشر المخاطر بالمناطق العمرانية لمدينة الليث، (عبد الكريم، أشرف أحمد علي، ٢٠١٨م)، وقام أيضاً عبد الكريم بتطبيق النموذج الهيدرولوجي (HEC-1) والنموذج الهيدروليكية (HEC-RAS) عند تحديد المناطق العمرانية المعرضة لمخاطر السيول بقرية حجازة بمحافظة قنا، (عبد الكريم، أشرف أحمد علي، ٢٠١٨م).

من خلال عرض الدراسات السابقة تبين قلة الدراسات التي تناولت الجمع ما بين النمذجة الهيدرولوجية (WMS) والهيدروليكية (HEC-RAS) ونظم المعلومات الجغرافية (GIS) في المكتبة العربية، بل لا نبالغ إذا قلنا بأن هذه الدراسة تأتي في مقدمة هذه النوعية من الدراسات التي طبقت على المدينة العربية السعودية.

رابعاً: منهجية الدراسة:

ووصولاً لما تقدم من أهداف، فهناك عدد من المناهج البحثية قد تم إتباعها حيث اعتمدت الدراسة على منهج التحليل المكاني الذي يعتمد على الأساليب الرياضية الحديثة، وتمثل ذلك في استخدام النموذجين الهيدرولوجين (HEC-1 and HEC-HMS) التابعين لبرنامج (Watershed Modeling System)، وتم الاعتماد عليه في تحديد مسارات الأودية والأحواض وحسابات الخصائص المورفولوجية، والهيدرولوجية، وحساب منحنيات وحدة الهيدروجراف لأحواض التصريف المختلفة لقدرته على حساب منحنى هيدروجراف السيول لأحواض التصريف المختلفة، وتقدير حساب كميات مياه السيول ومعدلات تدفقها اعتماداً على طريقة (SCS Unit Hydrograph)، (Sonbol et al, 2005)، بينما تم استخدام النموذج الهيدروليكي (HEC-RAS)، في تحديد عرض وعمق وسرعة الجريان السطحي للأودية المؤثرة ومن ثم تحديد المناطق المعرضة لمخاطر السيول لقدرته على تقديم نموذج ثنائي الأبعاد لحركة انتشار وعمق وسرعة المياه بالفيضان، وهذه الخصائص لا تتوفر في النموذج أحادي الأبعاد لجريان مياه الفيضان، (Bates and De Roo, 2000)، كما تم الاعتماد على المنهج الاستقرائي لتحديد أهم العوامل المؤثرة في النمو العمراني، وعلى منهج التحليل

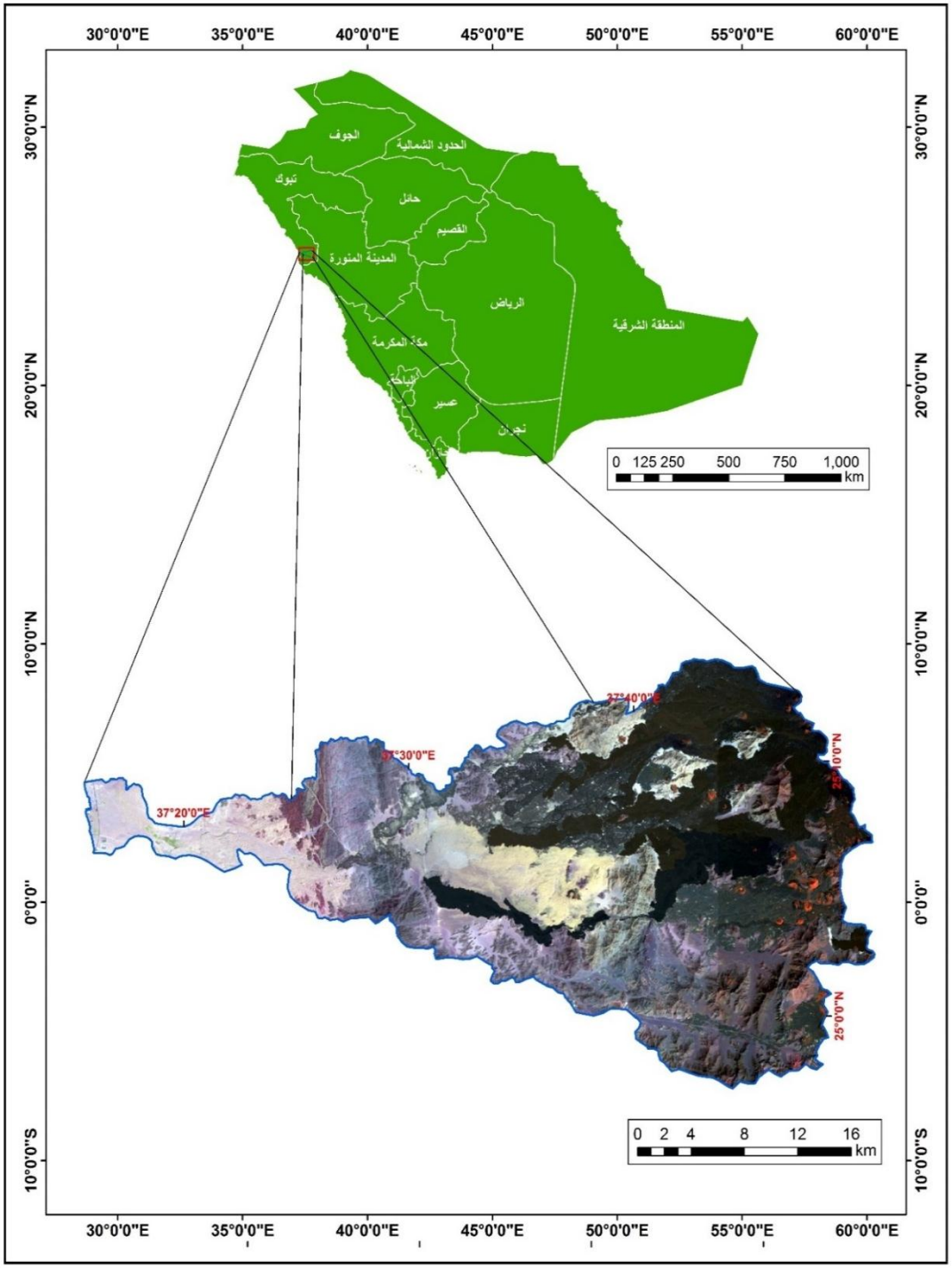
المقارن عند مقارنة مخاطر الفيضانات ومعرفة التغيرات العمرانية بالمدينة، والمنهج التطبيقي النفعي من خلال وضع خريطة توجيه التنمية العمرانية المستدامة بعيداً عن مخاطر السيول، كما اعتمدت هذه الدراسة على منهج النظم البيئية والذي وظف من خلال الإدارة البيئية السليمة والتخطيط البيئي والترابط مع المنهج التطبيقي المعاصر Application Method الذي يعتمد على تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية GIS، والاستشعار عن بعد RS في معظم مراحل الدراسة، وخاصة عند إنتاج خريطة المناطق المعرضة لمخاطر السيول.

خامساً: منطقة الدراسة:

تقع مدينة أملج في منطقة تبوك، في سهل تهامة الساحلي بين سلسلة جبال الحجاز شرقاً وساحل البحر الأحمر غرباً، على الطريق الساحلي المؤدي إلى مدينة الوجة شمالاً، ومدينة ينبع الصناعية جنوباً، بين دائرتي عرض ٥.٩٧□١□٢٥°، ٩□٢٥° شمالاً، وخطي طول ٣٤.٢□١٤□٣٧°، ٤٥.٣٤□١٧□٣٧° شرقاً، وتمكن أهميتها في كونها ميناء بحري صغير لصيد الأسماك، وصناعة القوارب، ومركزاً زراعياً وإدارياً بالمنطقة، وتبعد حوالي ٥٠٠ كم عن مدينة تبوك، و١٢٠ كم عن مدينة ينبع الصناعية، يحدها من ناحية الغرب والجنوب الغربي البحر الأحمر، ومن الشرق والشمال الشرقي الظهير الصحراوي لمنطقة تبوك.

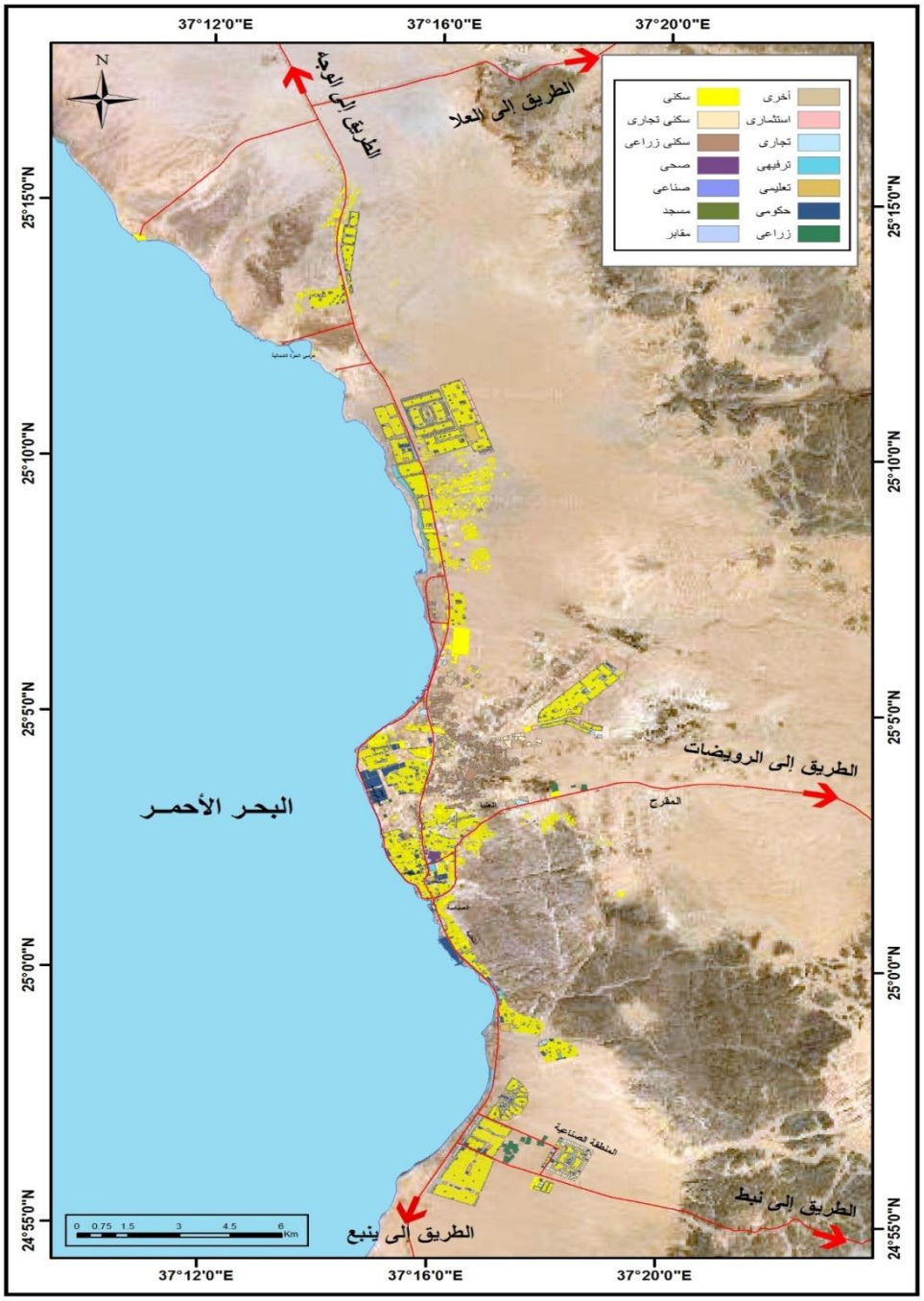
تشغل الكتلة العمرانية بالمدينة حوالي ١٧٤ هكتار، وتتكون المدينة من الديرة القديمة، ذات النسيج التقليدي، والمخططات السكنية الجديدة، إضافة إلى حي الخالدية، وحي الفيصلية، ذو النسيج الشبكي، الذي يفصل بينه وبين المدينة مسافات كبيرة، وتمتد المدينة بطول يبلغ ٣٠ كم من الشمال إلى الجنوب ومتوسط عرض ٣ كم، ويسكن المدينة نحو ٨٥ ألف طبقاً لتعداد الهيئة العامة للإحصاء، ٢٠١٨م، أشكال (٣،٢).

المصدر: من عمل الباحثين اعتماداً على مخطط مناطق المملكة، وزارة الشئون البلدية والقروية، وكالة تخطيط المدن، والمرئية الفضائية لاندسات ٢٠١٨م من موقع (USGS)



شكل (٢) حوض وادي سمين المؤثر على مدينة أملج من المملكة العربية السعودية ٢٠١٩م

المصدر: من عمل الباحثين اعتماداً على بلدية محافظة أملج، الإدارة العامة للتخطيط العمراني



شكل (٣) مدينة أملج عام ٢٠١٩م

سادساً: إجراءات الدراسة ومعالجة البيانات:

١- تحديد مصادر البيانات:

لتحديد واستخراج شبكة الأودية المؤثرة على مدينة أملج تم الاستعانة بعدة مصادر مختلفة من أهمها نموذج الارتفاع الرقمي عالي الدقة ١٥م ومصدره موقع Vertex، التابع لوكالة الفضاء الأمريكية NASA، كما تم الاستعانة بخرائط طبوغرافية بمقياس ١:٥٠٠٠٠، عدد ٥ لوحات، للتأكد من مسارات الأودية من هيئة المساحة الجيولوجية السعودية، هذا إلى جانب الاعتماد على مرئيات فضائية حديثة لاندسات Landsat 8/OLI، عددها ١ مرئية، ومصدرها موقع المساحة الجيولوجية الأمريكية (USGS)، وتم الاعتماد على خرائط جيولوجية من هيئة المساحة الجيولوجية السعودية، عدد ٣ خرائط جيولوجية، والأشكال (٤،٥،٦،٧) توضح مصادر البيانات المستخدمة في الدراسة.

٢- تحليل كميات الأمطار لفترات رجوع مختلفة وتحديد منحنيات (IDF CURVE):

من خلال الرجوع إلى سجلات محطات وزارة المياه والكهرباء والرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة لمحطة أرصاد أملج (W106) وجد أنها تغطي فترة من ١٩٦٦م وحتى ٢٠١١م والتي تمثل حوالي ٤٥ سنة، وقد تم تحديد عمق المطر لفترات تكرار مختلفة (٢، ٣، ٥، ١٠، ٢٠، ٢٥، ٥٠، ١٠٠ سنة)، باستخدام برنامج التحليل الإحصائي Hyfran (Hyfran, 1998)، وتم تطبيق التوزيعات الإحصائية المختلفة مثل (Normal, Log-Normal, Log-Pearson Type III, Pearson Type III, Exponential, Gumbel,)، وتم التوصل إلى أن طريقة (Exponential) هي الطريقة الأمثل شكل رقم (٨) والجدول (١)، كما تم إنشاء منحنيات كثافة المطر (IDF Curve) لفترات الرجوع المختلفة شكل (٩).

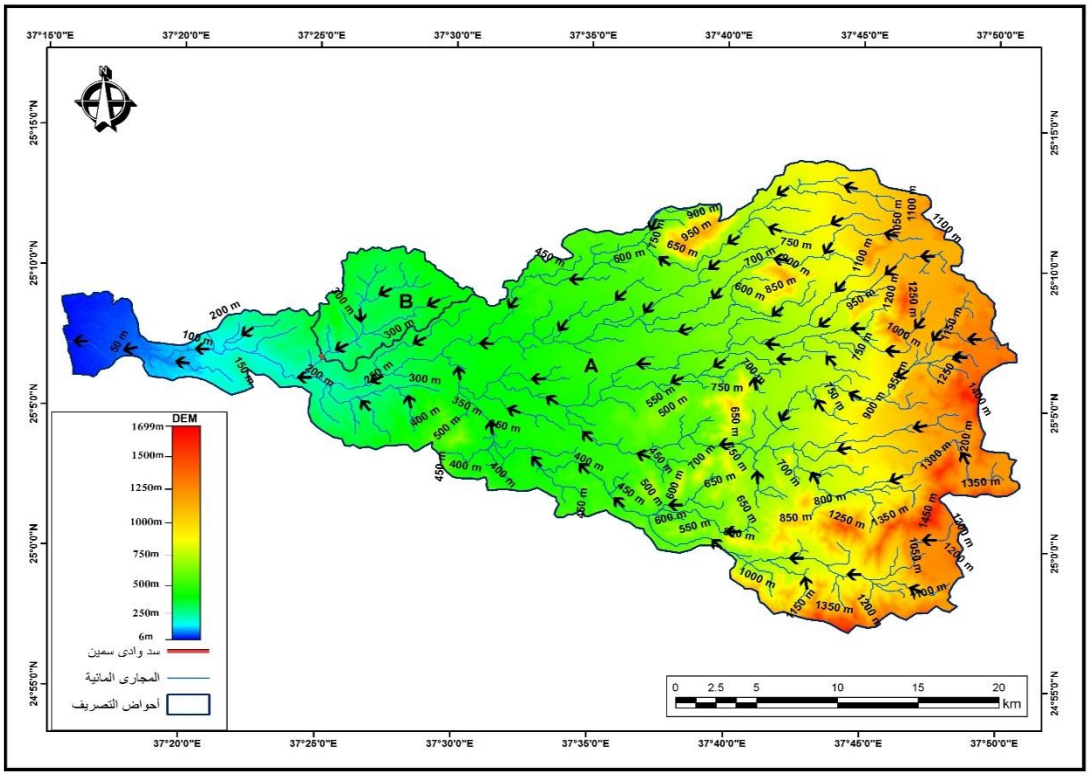
جدول (١) عمق الأمطار لفترات مختلفة لموقع محطة أرصاد أملج (W106)

فترات تكرارية	٢	٣	٥	١٠	٢٠	٢٥	٥٠	١٠٠
هطول الأمطار خلال ٢٤ ساعة (مم)	١٦.٨	٢٦.٣	٣٨.٢	٥٤.٤	٧٠.٦	٧٥.٨	٩٢	١٠٨

المصدر: من عمل الباحثين اعتمادا على التحليل الإحصائى للبيانات بواسطة برنامج Hyfran وطريقة Exponential

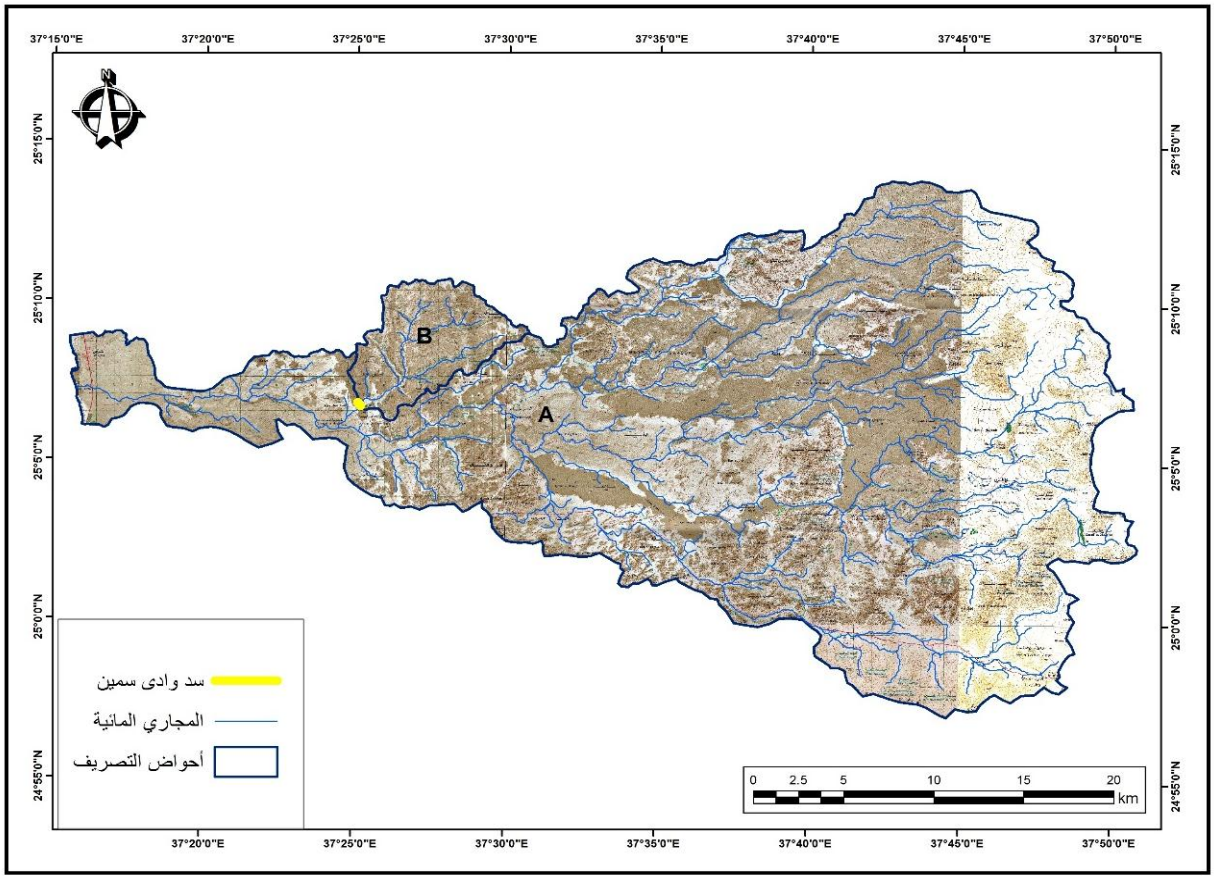
٣- ترسيم واشتقاق الأودية والأحواض داخل برنامج (WMS):

تتم عملية اشتقاق وترسيم الأودية والأحواض ببرنامج النمذجة الهيدرولوجية (WMS) (Watershed Modeling System)، من خلال النموذج (Drainage module)، من قائمة (DEM) وهي القائمة الرئيسية لاشتقاق وترسيم الأودية والأحواض، (USACE 1998 HEC-1)، من خلال (Compute flow



direction/Accumulation)، ليقوم البرنامج بعمل (TOPAZ) لتحديد اتجاهات الجريان والمسارات للأودية، حيث تم الاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي بدقة ١٥ متر، وتم مقارنة نتائج مسارات الأودية المشتقة من نموذج الارتفاع الرقمي، بمسارات الأودية للخرائط الطبوغرافية مقياس رسم ١:٥٠٠٠٠، والمرئيات الفضائية، وأتضح أن هناك وادي رئيسي يؤثر على مدينة أملج، وهو وادي سمين، كما تم تقسيم حوض وداي سمين إلى حوضين فرعين (A,B)، وذلك بسبب وجود سد سمين المقام لتخزين المياه على الوادي.

المصدر: من عمل الباحثين اعتمادا على موقع Vertex، التابع لوكالة الفضاء الأمريكية NASA.

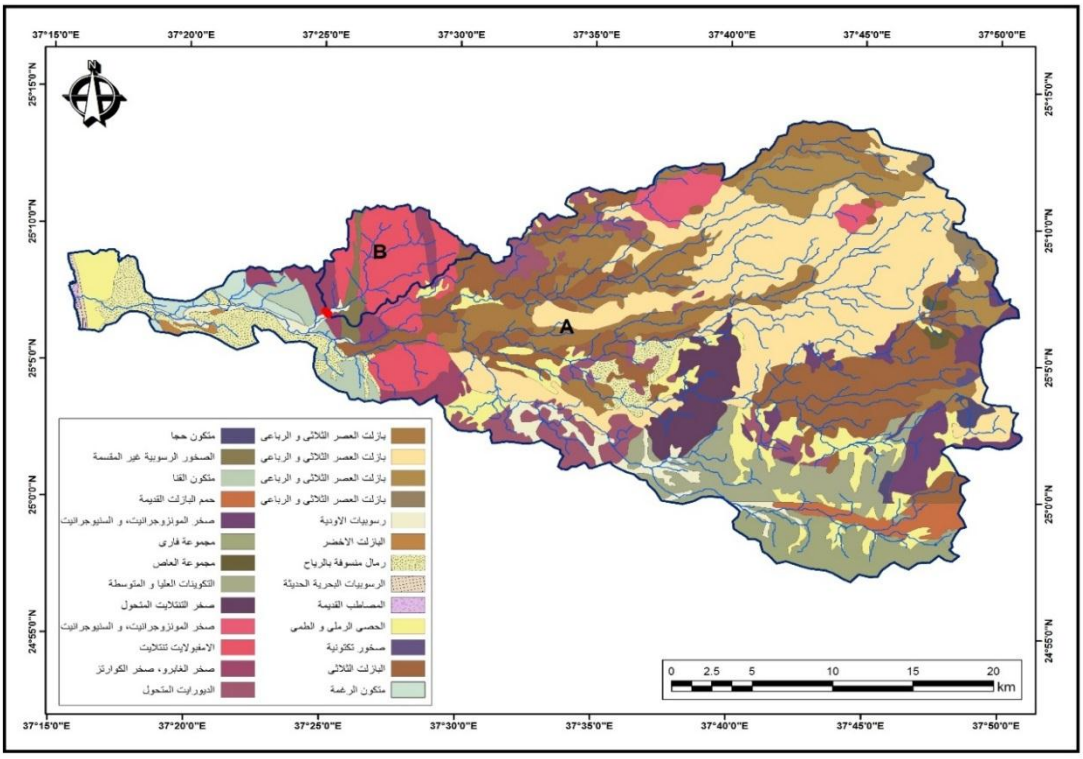


شكل (٤) نموذج الارتفاع الرقمي بدقة ١٥ متر المستخدم في تحديد الأودية والأحواض المؤثرة على مدينة أملج

لعام ٢٠١٩م

المصدر: من عمل الباحثين اعتمادا على الخرائط الطبوغرافية ١:٥٠٠٠٠ من هيئة المساحة الجيولوجية السعودية عدد ٥ لوحات

شكل (٥) الخرائط الطبوغرافية مقياس ١:٥٠٠٠٠ للأحواض والأودية المؤثرة على مدينة أملج لعام ٢٠١٩م

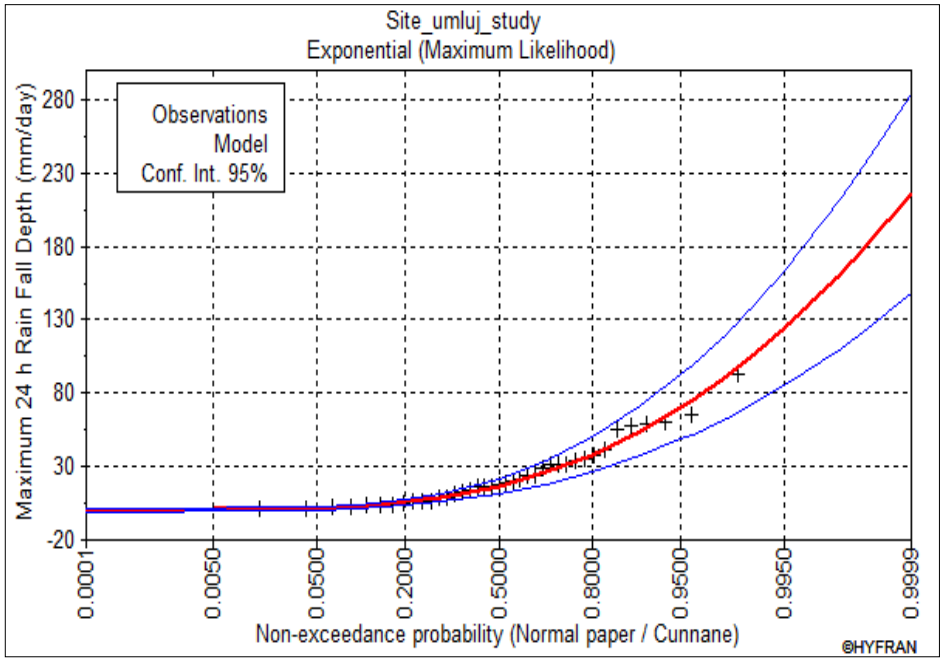


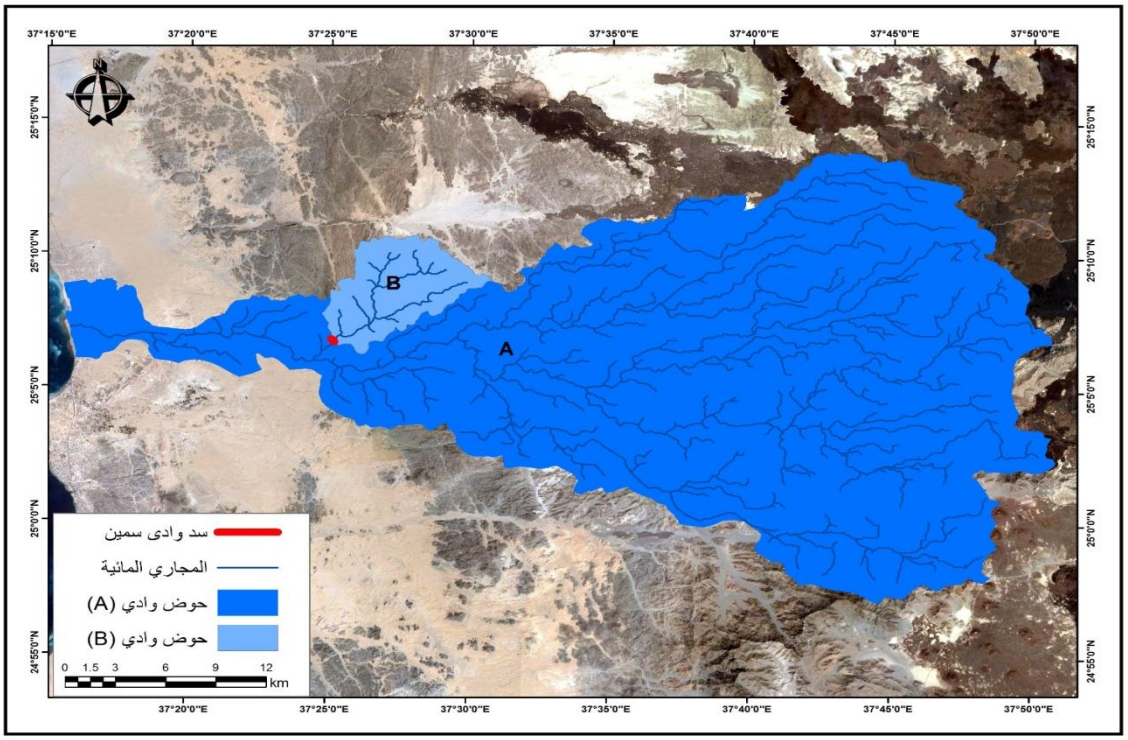
المصدر: من عمل الباحثين اعتمادا على الخرائط الجيولوجية ١:٢٥٠٠٠٠ من هيئة المساحة الجيولوجية السعودية عدد ٣ لوحات

شكل (٦) الخرائط الجيولوجية مقياس ١:٢٥٠٠٠٠ للأحواض والأودية المؤثرة على مدينة أملج لعام ٢٠١٩م

المصدر: من عمل الباحثين اعتماداً على النمذجة الهيدرولوجية (WMS)

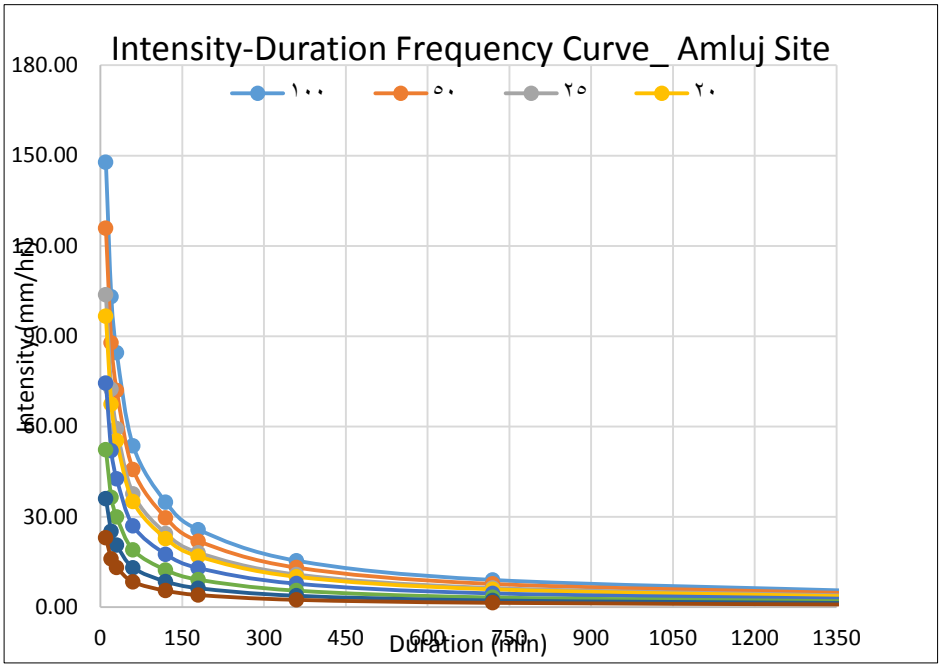
شكل (٧) أحواض التصريف المؤثرة على مدينة أملج لعام ٢٠١٨م لعام ٢٠١٩م





المصدر: من عمل الباحثين اعتمادا على برنامج Hyfran وطريقة Exponential

شكل رقم (٨) منحنى التوزيع الاحتمالي لبيانات المحطة لمحطة أملج (W106 00839) بطريقة Exponential



المصدر: تحليل بيانات كميات الأمطار على محطة أملج خلال الفترة ١٩٦٥ – ٢٠٠٤م

شكل رقم (٩) منحنيات الكثافة – المدة – التكرار (IDF Curve) لمحطة قياس الأمطار أملج (W106 00839)

٤- استخراج الخصائص المورفولوجية من برنامج النمذجة الهيدرولوجية (WMS):

تتم عملية استخراج الخصائص المورفولوجية لحوض التصريف ببرنامج النمذجة الهيدرولوجية (WMS) (Watershed Modeling System)، من خلال النموذج (Drainage module)، عن طريق (Compute basins data)، حيث تم حساب الخصائص المورفولوجية للأحواض آلياً، ويمكن الاطلاع على هذه الخصائص من خلال (Display option)، حيث يؤثر على مدينة أملج حوض رئيسي، وهو حوض وادي سمين، وتبلغ مساحة الحوض نحو ٨٩٥ كم^{٢}، ويمتد بطول يصل إلى ٦٨ كم، وتم تقسيم حوض تصريف وادي سمين إلى حوضين تصريف هما حوض تصريف (B،A)، ورعى في هذا التقسيم وجود سد سمين المقام لتخزين المياه على الوادي حيث سيتم استبعاد المياه القادمة من الشمال (الحوض رقم B) فوق منطقة السد، وذلك بسبب حجز مياه هذا الجزء من خلال السيد المقام حالياً، ويمتد الوادي (A) بطول يصل إلى ٥٨ كم، ومساحة حوض التجميع للوادي حوالي ٨٥٠ كيلومتر مربع، وانحدار حوض الوادي بلغ ٠.١٢٢٧ م/م، ويعتبر الحوض من الأحواض المائية الناقلة لمياه السيول حيث ينقل هذا الحوض مياه الأمطار

من الشرق والجنوب الشرقي إلى الغرب، في حين يمتد الوادي (B) بطول يصل إلى ١٠ كم، وتصل مساحة حوض التجميع للوادي حوالي ٤٥.٢٥ كيلومتر مربع، وانحدار حوض الوادي بلغ ٠.٧٧٧ م/م، وهو من الأحواض الناقلة أيضاً لمياه السيول، جدول (٢) وشكل (١٠).

جدول (٢) أهم الخصائص المورفولوجية لأحواض التصريف الرئيسية المؤثرة على موقع أملج

أسم الحوض	المساحة (كم^2)	الطول (م)	ميول الحوض (م/م)	المنسوب المتوسط (م)	زمن التأخير (ساعة)	زمن التركيز (ساعة)
A	٨٥٠.٠٧	٥٨٠٢٢.١٢	٠.١٢٢٧	٦١٨.٣٠	٧.١٠	٩.٦٧
B	٤٥.٢٥	١٠٣٠٩.٩٨	٠.٠٧٧٧	٢٦٩.٣٥	٢.٠٣	٢.٧٢

المصدر: من عمل الباحثين اعتماداً على النمذجة الهيدرولوجية بالنموذج الرياضي (WMS)

٥- استخراج زمن التركيز والتأخير من برنامج النمذجة الهيدرولوجية (WMS):

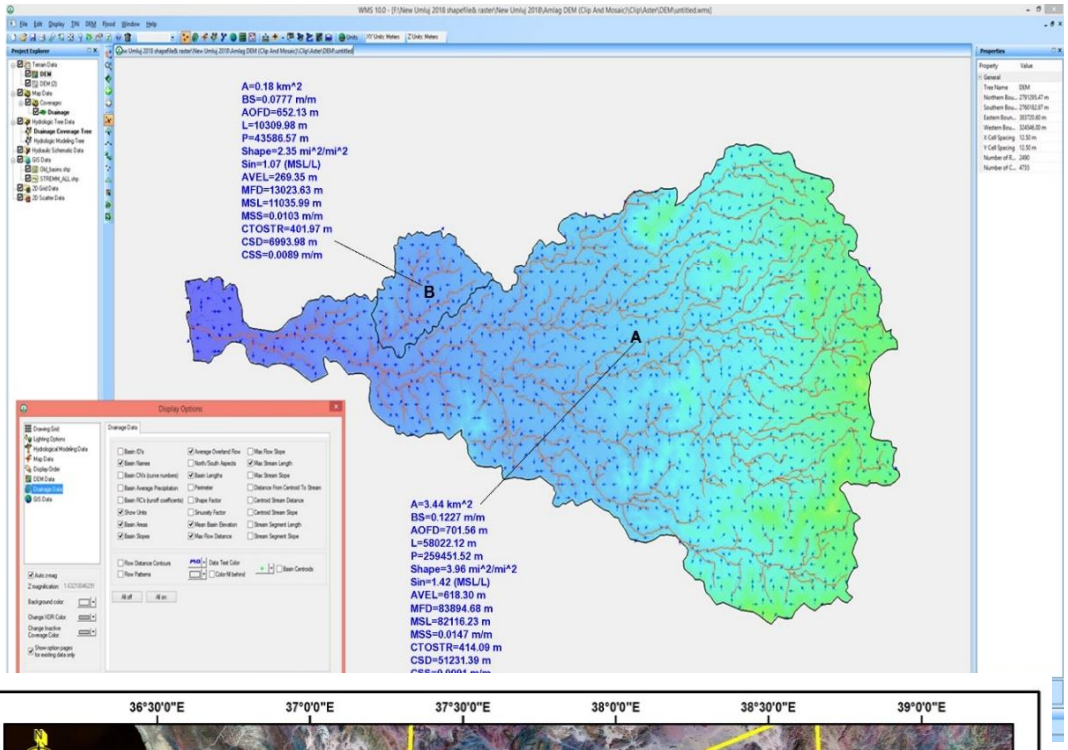
يقدم النموذج الهيدرولوجي (WMS) قائمة عريضة من الطرق الرياضية لحساب زمن التركيز والتأخير باعتبارهما أهم المعاملات المورفولوجية لحساب هيدروجراف السيول، ومن أبرز الطرق الرياضية المستخدمة في النموذج الهيدرولوجي (WMS) في حساب زمن التركيز هي: (Fort Bend county method, Kirpich method for overland flow on bare earth (mountains), ADOT method (Urban)), Ramser method for channel flow)، كما يقدم قائمة عريضة من أهم وأبزر الطرق الرياضية لحساب زمن التأخير وهي: (Denver method, Tulsa rural method, SCS method, Riverside mountains method).

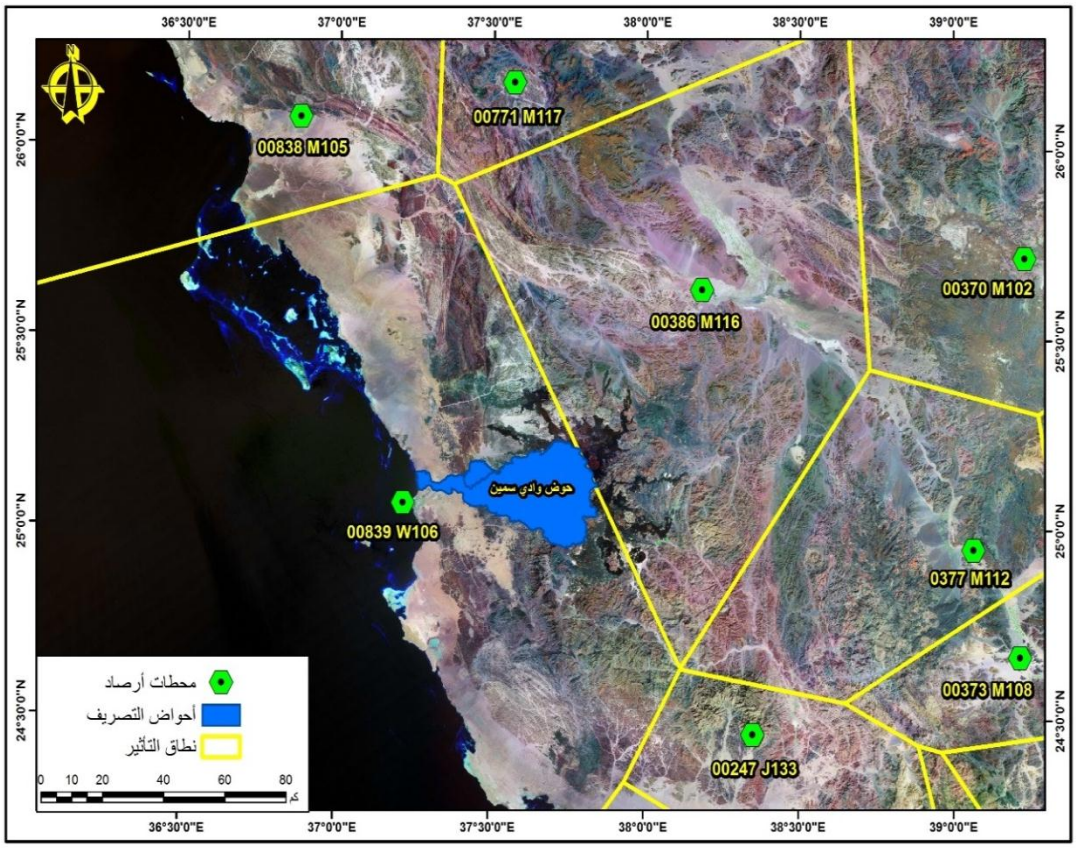
٦- تعريف الأمطار للنموذج الهيدرولوجي (HEC-1):

تعتبر عملية تعريف الأمطار من أهم العمليات التي يعتمد عليه تشغيل نموذج الهيدرولوجي (HEC-1)، وهناك عدة طرق لتعريف الأمطار داخل النموذج الهيدرولوجي (HEC-1)، لعل أبرزها طريقة الأوزان (Precipitation Gage Weight))، وقد تم استخدام هذه الطريقة في الدراسة، حيث تم إدخال عمق الأمطار لفترات الرجوع المختلفة (٥،١٠،٢٠،٢٥،٥٠،١٠٠ سنة) والتي تم استنتاجها من التحليل الإحصائي، شكل رقم (١١).

شكل (١٠) واجهة برنامج (WMS) للخصائص المورفومترية للأحواض الفرعية المؤثرة على مدينة أملج

المصدر: من عمل الباحثين اعتماداً على النمذجة الهيدرولوجية (WMS)





المصدر: من عمل الباحثين اعتمادا على برنامج Arc GIS

شكل (١١) مواقع محطات قياس الأمطار المحيطة والممثلة لمنطقة الدراسة

٧- تعريف المجموعة الهيدرولوجية للتربة للنموذج الهيدرولوجي (HEC-1):

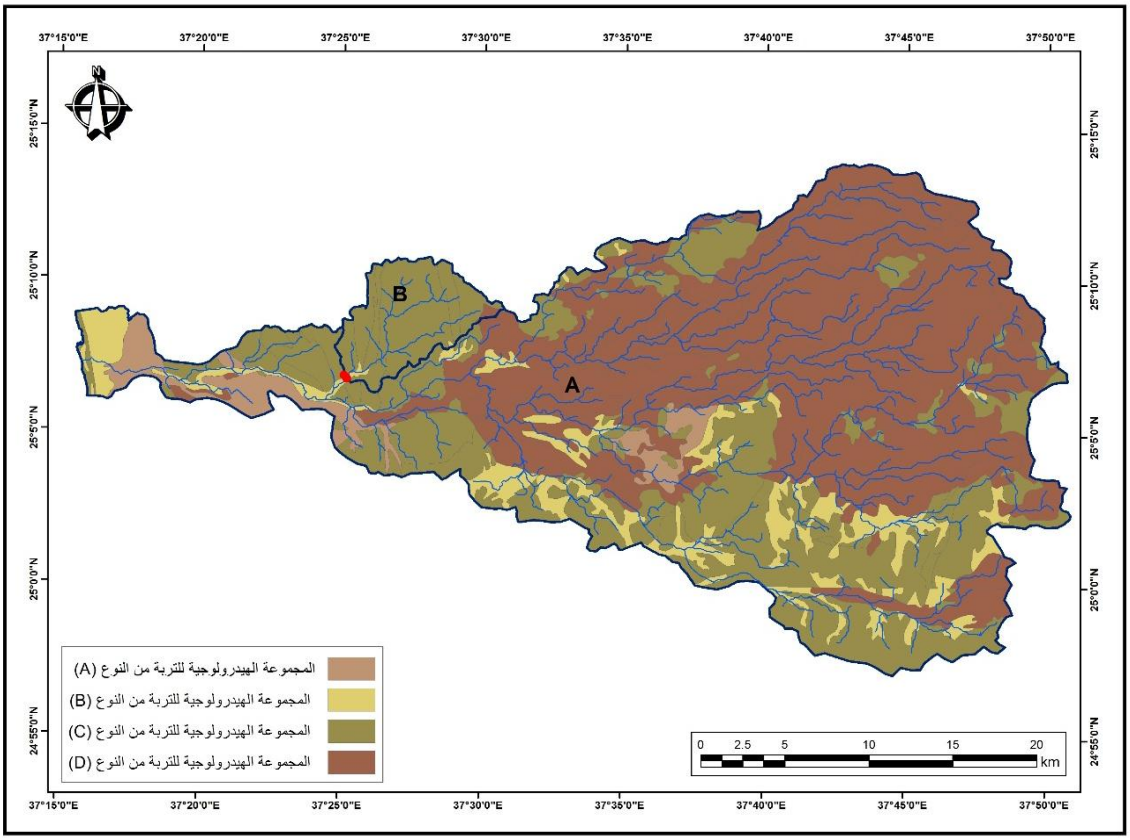
حددت طريقة (SCS) أربعة مجموعات هيدرولوجية للتربة (SCS, 1985)، (A-B-C-D)، حيث تمثل المجموعة الهيدرولوجية للتربة (A)، مساحة قدرها ٣٧.٢٦ كم٢، وتتمثل في التربة المفككة عالية النفاذية، في حين تمثل المجموعة الهيدرولوجية للتربة (B)، مساحة قدرها ٨٢.٥١ كم٢، وتتمثل في التربة الطميية، وتضم رواسب الأودية، والحصى، والطمي، وتمثل المجموعة الهيدرولوجية للتربة (C)، مساحة قدرها ٢٩٧.٩٧ كم٢، وتتمثل في التربة الطينية، وتضم صخور الغابرو، والكوارتز، والمونزوجرانيت، والسنيوجرانيت، والصخور الرسوبية، في حين تمثل المجموعة الهيدرولوجية للتربة (D)، مساحة قدرها ٤٨٩.٩١ كم٢، وتتمثل في التربة الطينية منخفضة النفاذية، وتضم صخور تكوينية، وحمم البازلت القديمة، وبازلت العصر الثلاثي، والرباعي، والبازلت الأخضر، شكل (١٢).

٨- تعريف استخدامات الأرض للنموذج الهيدرولوجي (HEC-1):

تم الحصول على استخدامات الأرض بتصنيف المرئيات الفضائية لاندسات Landsat 8/OLI، بواسطة برنامج (Erdas Imagine)، وتتم عملية تعريف طبقة استخدامات الأرض ببرنامج النمذجة الهيدرولوجية (WMS)، من خلال إدخال طبقة استخدامات الأرض بعد تعريف الطبقات باختيار (New coverage)، عن طريق GIS data، ثم نختار Add shape file data، ونقوم باختيار طبقة استخدامات الأرض، وهناك ثلاث فئات لاستخدامات الأرض في أحواض سمين، الفئة الأولى هي المناطق الصحراوية، بمساحة نحو ٦٤٥.٢١ كم٢، والفئة الثانية المناطق العمرانية، وتمثل ١٠٠.٣٣ كم٢، والفئة الثالثة الأراضي الزراعية، بمساحة قدرها ١٥٠.٤١ كم٢، شكل (١٣).

٩- حساب رقم المنحنى داخل النموذج الهيدرولوجي (HEC-1):

لحساب كميات المطر الزائد يلزم الاستعانة بمعدلات رياضية تمثل فواقد المطر أو تربط بين الجريان السطحي والمطر الكلي المتساقط، وقد تم استخدام أحد الطرق واسعة الانتشار لتقدير كميات المياه المفقودة بالتسرب لباطن الأرض وتسمى هذه الطريقة بطريقة رقم المنحنى ((Curve Number (CN)، وتعتمد هذه الطريقة على ثلاث عناصر هي الحالة المسبقة لرطوبة التربة، وغطاءات الأرض، والمجموعات الهيدرولوجية للتربة، وتتراوح قيمتها بين صفر إلى ١٠٠ الجدول (٣)، وتعبر عن الاستجابة المائية لمكونات غطاءات الأرض في أحواض التصريف، وتعبر بذلك عن مقدار صماتة السطح، فكلما اتجهت القيم ناحية ١٠٠ فإن الأسطح تكون أقل صماته بونس وهوكينز (Ponce and Hawkins,1996)، أشكال (١٤،١٥) توضح حساب رقم المنحنى للأحواض الفرعية.



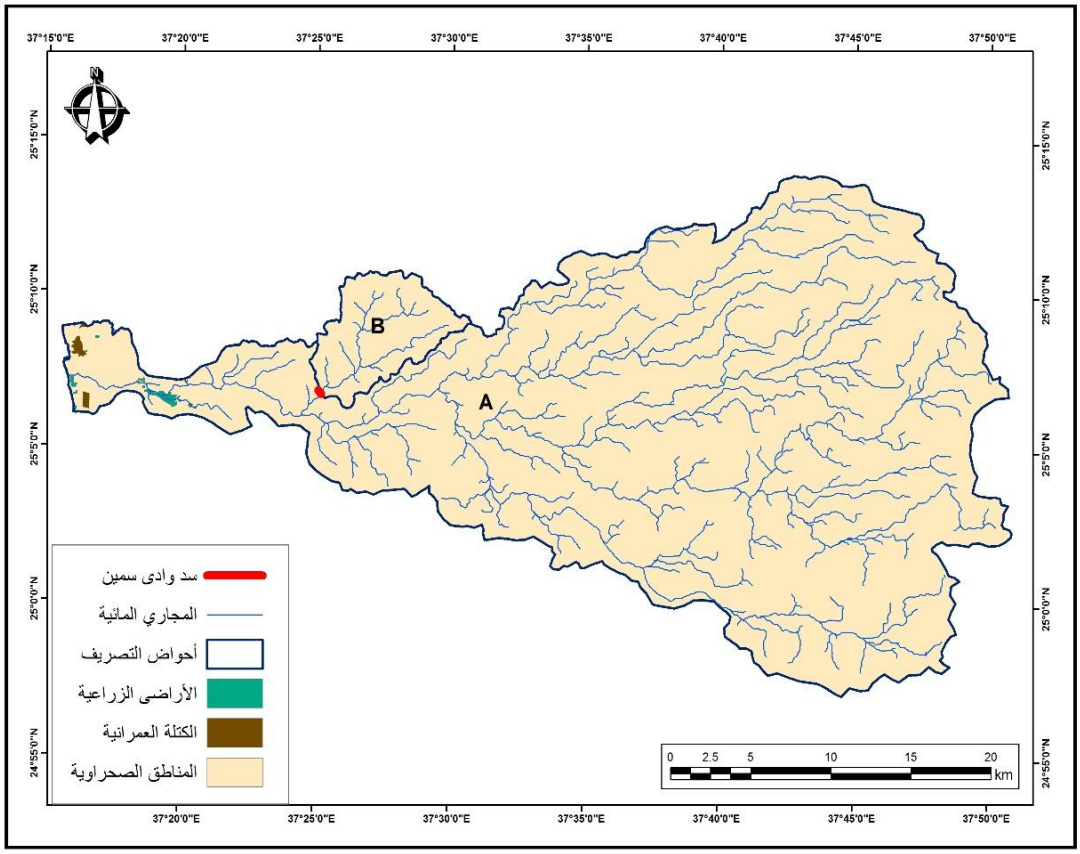
جدول (٣) رقم المنحنى حسب استخدامات الأرض

استخدامات الأرض	رقم المنحنى حسب المجموعة الهيدرولوجية			
	A	B	C	D
الكتلة العمرانية	٧٧	٨٦	٩١	٩٤
الأراضي الزراعية	٤٩	٦٩	٧٩	٨٤
المناطق الصحراوية	٦٣	٧٧	٨٥	٨٨

المصدر: من عمل الباحثين اعتماداً على (USAD, 1986, P 2-1)

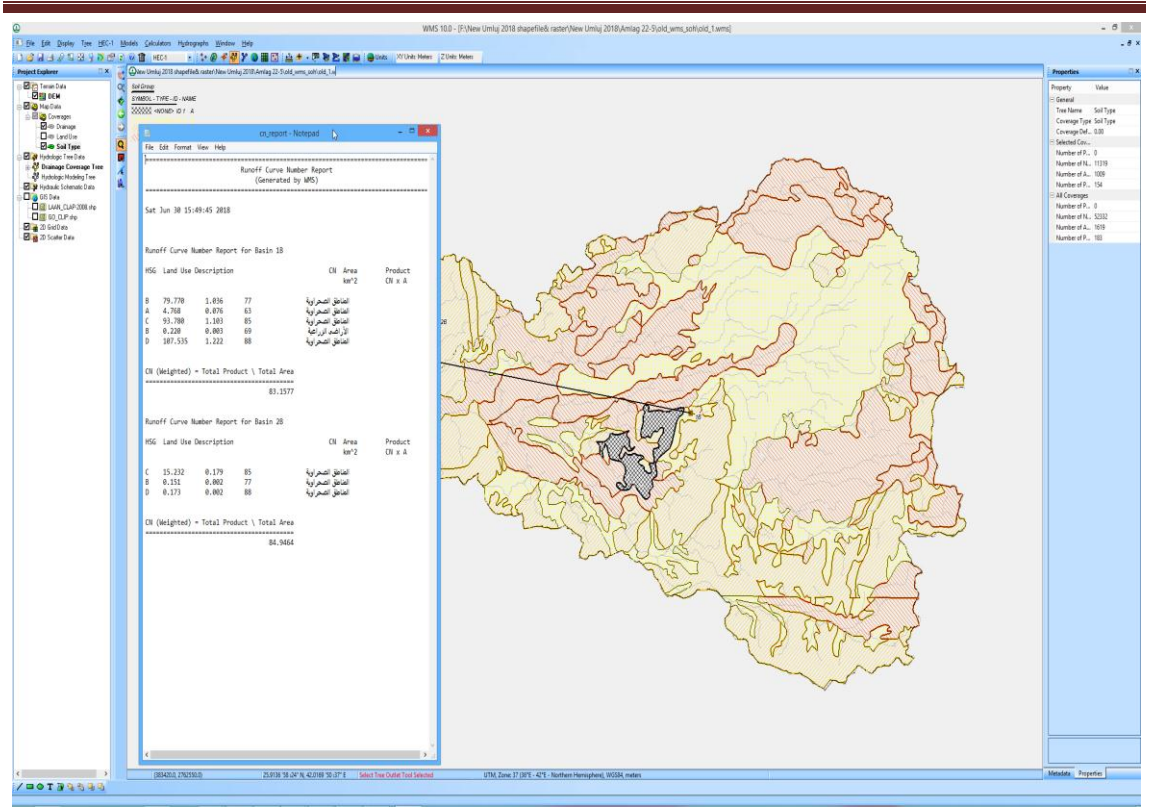
المصدر: من عمل الباحثين اعتماداً على خرائط جيولوجية مقياس ١:٢٥٠٠٠٠ عدد ٣ لوحات

شكل (١٢) المجموعة الهيدرولوجية للتربة للأحواض الفرعية المؤثرة على مدينة أملج لعام ٢٠١٩م



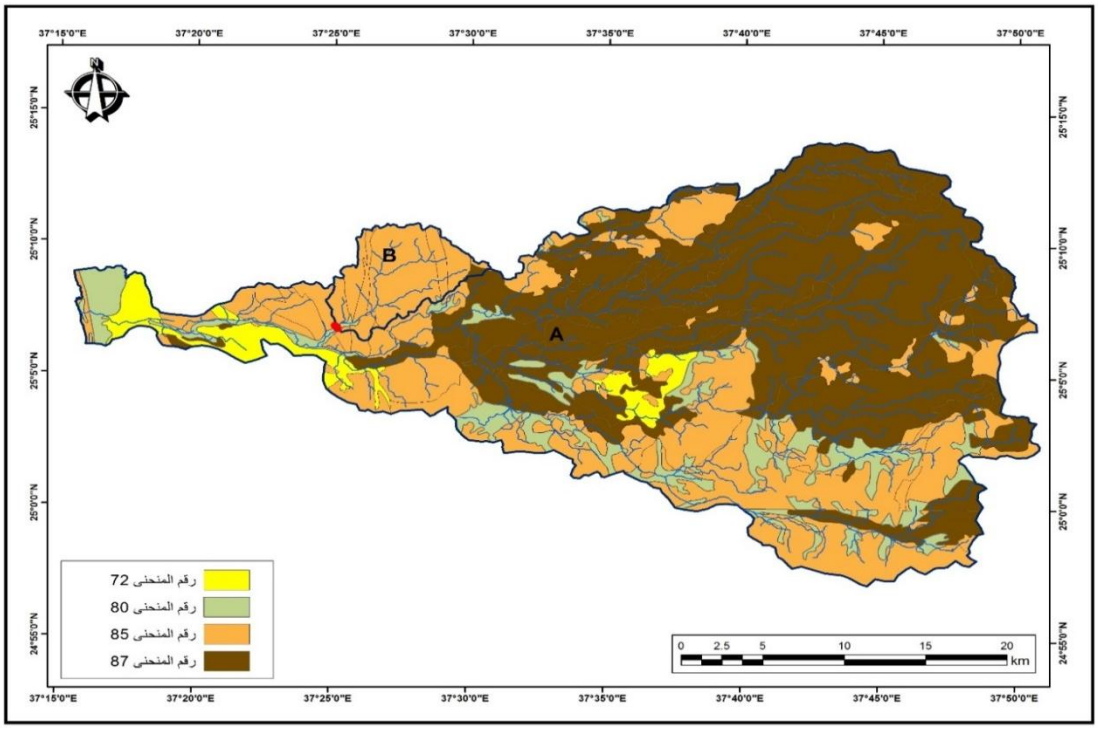
المصدر: من عمل الباحثين اعتماداً على الخريطة الجيولوجية

شكل (١٣) استخدامات الأرض للأحواض الفرعية المؤثرة على مدينة أملج لعام ٢٠١٩م



المصدر: من عمل الباحثين اعتماداً على النمذجة الهيدرولوجية (WMS)

شكل (١٤) واجهه برنامج (WMS) لرقم المنحنى (Curve Number) بالاحواض الفرعية



المصدر: من عمل الباحثين اعتمادا على خريطة استخدامات الأرض والخريطة الجيولوجية والمجموعة الهيدرولوجية للتربة

شكل (١٥) قيمة رقم المنحى (CN) لأحواض التصريف الرئيسية المؤثرة على مدينة أملج ٢٠١٩م

النتائج والمناقشة:-

أولاً: نتائج النمذجة الهيدرولوجية لوادي سمين:-

أن الغرض الأساسي من استخدام النمذجة الهيدرولوجية لبرنامج (WMS) هو احتوائه على العديد من النماذج الهيدرولوجية التشغيلية التي تم تطبيقها في البيئات الجافة مثل: HEC-1، HEC-HMS، TR-55، Rational method، GSSHA، HEC-RAS، وقد تم تطبيق النموذجين الهيدرولوجين (HEC-1 and HEC-HMS) لقدرتهما في حساب منحنى الهيدروجراف بطرق متعددة طبقاً لأحواض التصريف السهلة والمعقدة، وذلك بالطرق الطبيعية أو الاصطناعية، (Radmanesh et al. 2006)، كما يتميز النموذجين بإمكانية تقدير السيول المدمرة عن طرق تكامل المساحة تحت المنحنى التكراري، ونظراً لعدم توافر بيانات مقاسة عن السيول بالمنطقة، فقد تم استخدام الطرق الاصطناعية لحساب منحنيات وحدة الهيدروجراف لأحواض التصريف المختلفة، حيث تم استخدام طريقة SCS-UH لعاصفة الزمن التكرارية ١٠، ٢٠، ٢٥، ٥٠، ١٠٠ عام.

- **تقدير حجم السيول**

تم تطبيق النموذج الرياضي باستخدام عاصفة تصميمية بمدة زمنية ٢٤ ساعة، واستخدام توزيع SCS TYPE II، وتم استخدام طريقة SCS لحساب زمن التأخير والتركيز، وذلك للأزمنة التكرارية المختلفة ٢،٣،٥،١٠،٢٠،٢٥،٥٠،١٠٠ عام، وتم استنتاج مخرجات النموذج الهيدرولوجي المستخدم في الدراسة لاستنتاج هيدروجراف مياه السيول لأحواض التصريف المختلفة، وقد تبين من تحليل هيدروجراف مياه السيول لأحواض التصريف المختلفة أن حجم السيول يتباين من حوض تصريف لآخر، حيث جاء حوض تصريف الوادي رقم (A) في المرتبة الأولى، بمتوسط حجم سيول بلغ ٥٦١٠٣٥٢.٦ م^{٣}، يليه حوض تصريف رقم (B)، بمتوسط حجم سيول بلغ ٢٩٦١٥٥٩.٨ م^{٣}، جدول (٥)، أشكال (١٦،١٧).

- **تقدير التدفق الأقصى للسيول**

تتباين قيم التدفق الأقصى للسيول لحوض الوادي المؤثر على منطقة الدراسة، نظراً لتباين حجم الأمطار المتساقطة على مساحة التصريف لكل حوض، وتتباين حجم السيول التي يصرفها كل حوض، وعليه نجد أن قيم التدفق الأقصى للسيول بموقع المشروع تتراوح ما بين ١٧٨.٢٨ – ١٣٠١.٦٢م^{٣}/ ثانية، ويعتبر حوض تصريف رقم (A) هو أكبر أحواض التصريف في قيمة التدفق الأقصى، حيث بلغت قيمة التدفق الأقصى للحوض ١٣٠١.٦٢م^{٣}/ ثانية، ثم حوض تصريف رقم (B) في المرتبة الثانية بتدفق بلغ ١٧٨.٢٨م^{٣}/ ثانية، وذلك خلال فترة الرجوع ١٠٠ عام، جدول (٥)، أشكال (١٦،١٧).

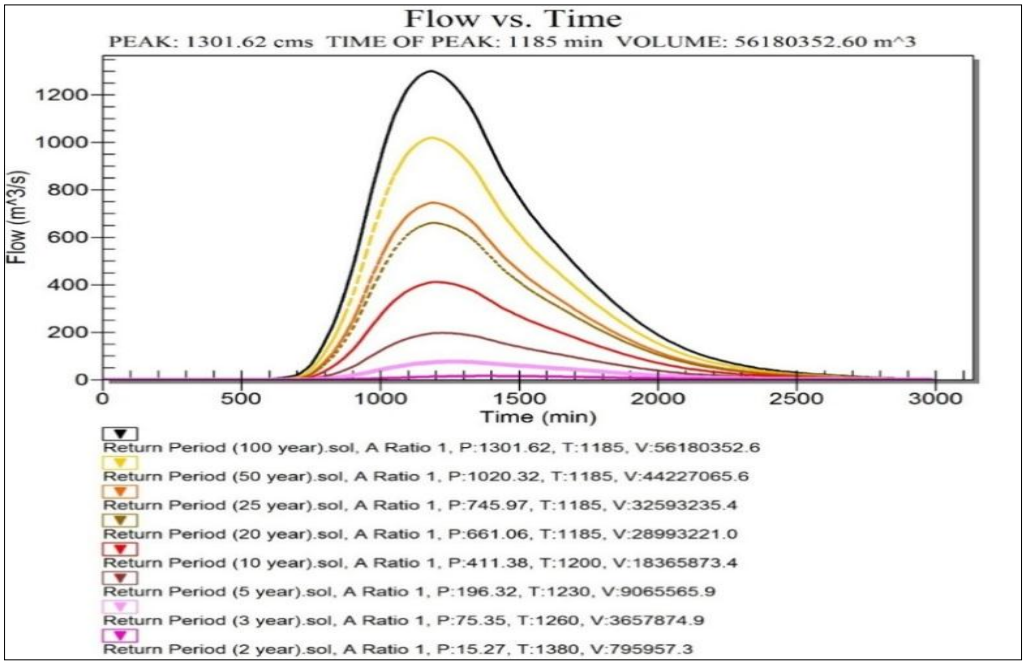
- **تقدير زمن الوصول لأقصى تدفق للسيول**

تبين من تحليل هيدروجراف مياه السيول لأحواض التصريف الرئيسية المختلفة والمؤثرة على مدينة أملج، أن زمن الوصول إلى أقصى يتراوح ما بين ١١٨٥ دقيقة لحوض وادي (A) إلى ٨٤٠ دقيقة لحوض وادي (B)، وذلك خلال فترة الرجوع ١٠٠ عام، جدول (٥)، أشكال (١٦،١٧).

جدول (٥) خصائص مياه السيول لأحواض التصريف الفرعية لوادي سمين للأزمنة التكرارية المختلفة

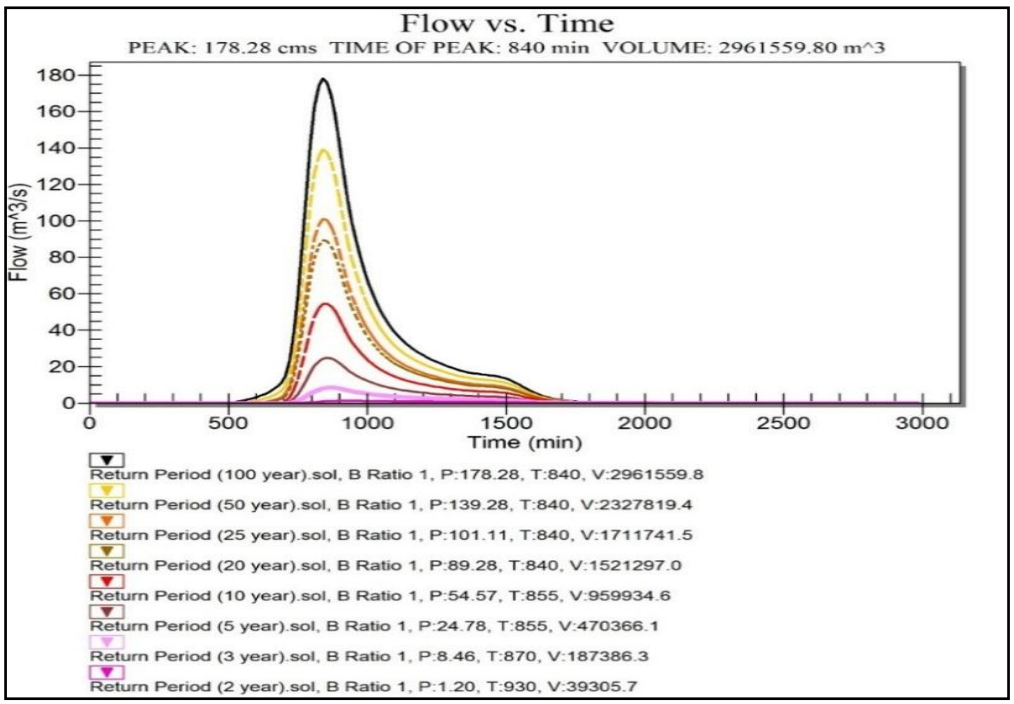
أسم الحوض	المتغيرات	خصائص مياه السيول لأحواض التصريف الفرعية للأزمنة التكرارية المختلفة					
		٥	١٠	٢٠	٢٥	٥٠	١٠٠
A	أقصي تصرف (م٣/ ث)	١٩٦.٣٢	٤١١.٤٨	٦٦١.٠٦	٧٤٥.٩٧	١٠٢٠.٣٢	١٣٠١.٦٢
	حجم السيل (م٣)	٩٠٦٥٥٦٥.٩	١٨٣٦٥٨٧٣.٤	٢٨٩٩٣٢٢١	٣٢٥٩٣٢٣٥.٤	٤٤٢٢٠٧٦٥.٦	٥٦١٨٠٣٥٢.٦
	زمن الوصول (دقيقة)	١٢٣٠	١٢٠٠	١١٨٥	١١٨٥	١١٨٥	١١٨٥
B	أقصي تصرف (م٣/ ث)	٢٤.٧٨	٥٤.٥٧	٨٩.٢٨	١٠١.١١	١٣٩.٢٨	١٧٨.٢٨
	حجم السيل (م٣)	٤٧٠٣٦٦.١	٩٥٩٩٣٤.٦	١٥٢١٢٩٧	١٧١١٧٤١.٥	٢٣٢٧٨١٩.٤	٢٩٦١٥٥٩.٨
	زمن الوصول (دقيقة)	٨٥٥	٨٥٥	٨٤٠	٨٤٠	٨٤٠	٨٤٠

المصدر: من عمل الباحثين اعتماداً على النمذجة الهيدرولوجية بالنموذج الرياضي (WMS)



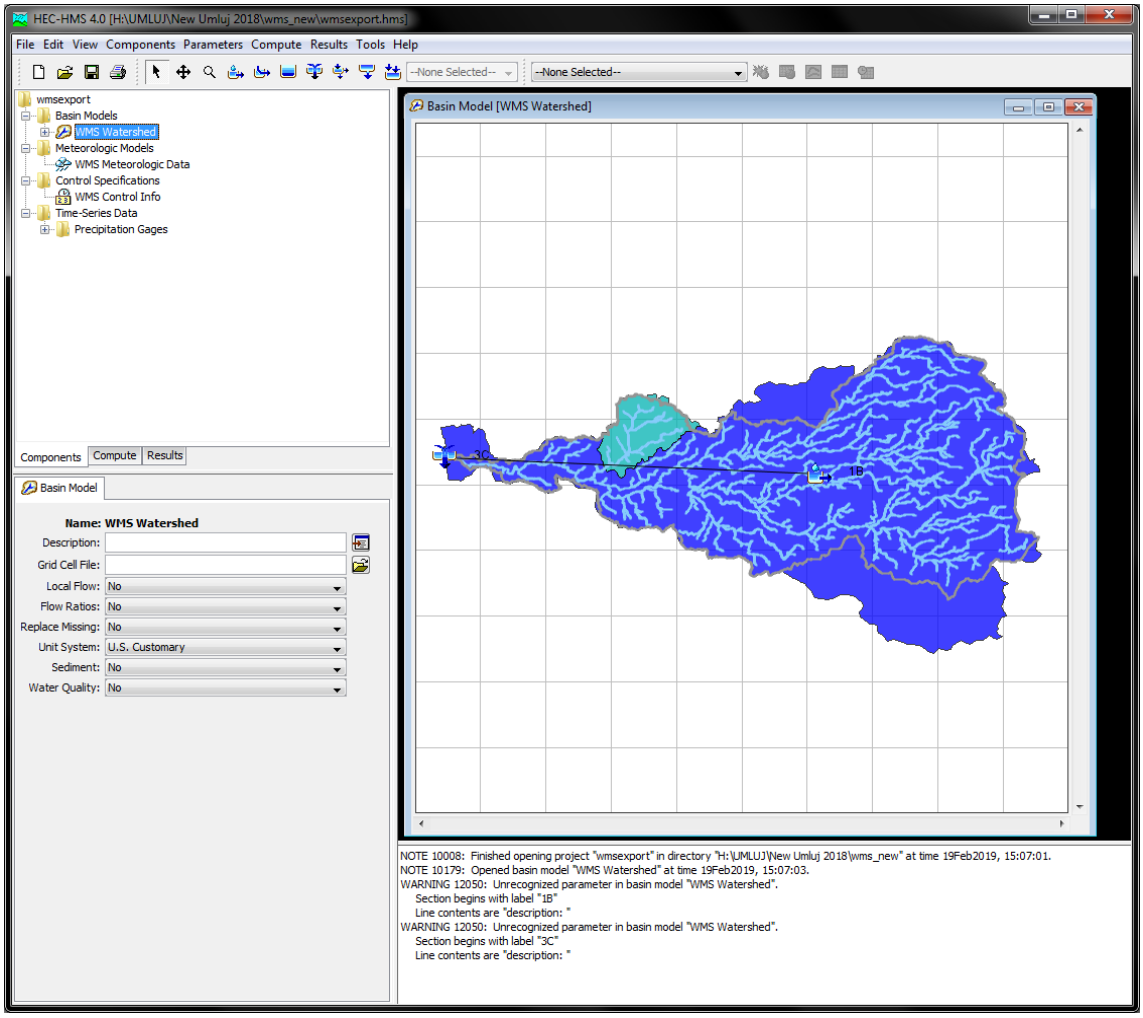
المصدر: من عمل الباحثين اعتماداً على النمذجة الهيدرولوجية بالنموذج الرياضي (WMS)

شكل (١٦) هيدروجراف مياه السيل للوادي A لأزمنة تكرارية مختلفة



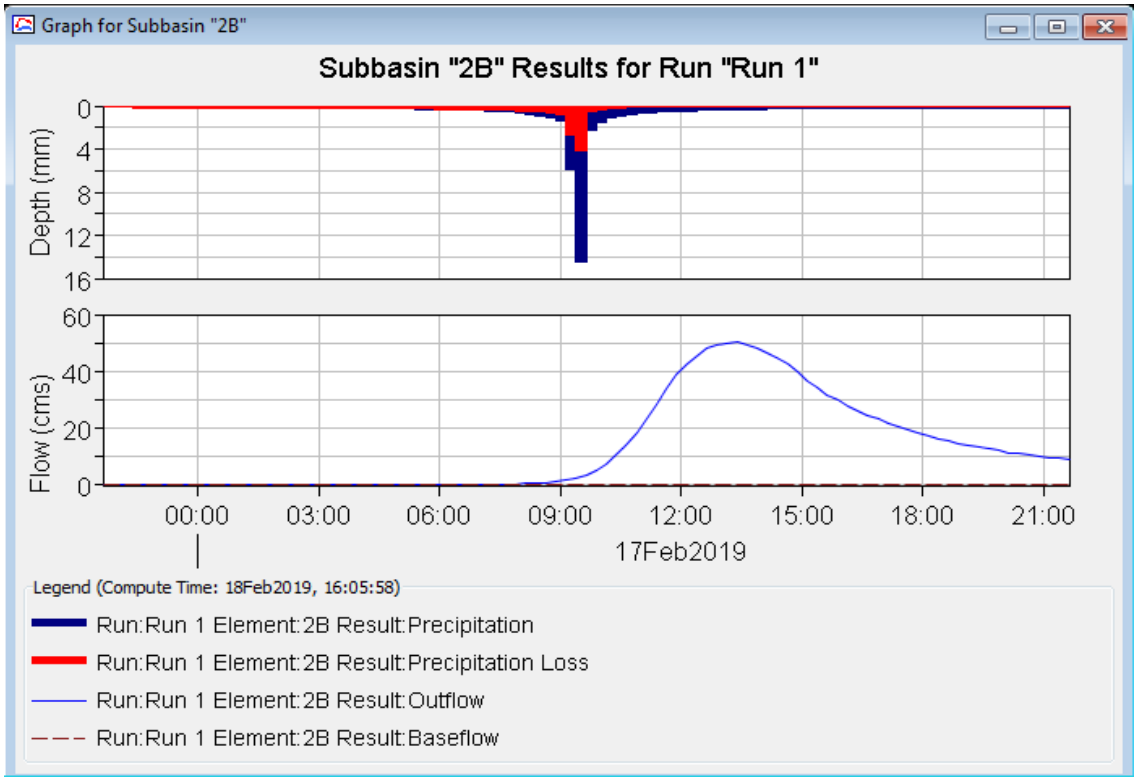
المصدر: من عمل الباحثين اعتماداً على النمذجة الهيدرولوجية بالنموذج الرياضي (WMS)

شكل (١٧) هيدروجراف مياه السيل للوادي B لأزمنة تكرارية مختلفة



المصدر : من عمل الباحثين اعتماداً على النموذج الهيدرولوجي (HEC-HMS)

شكل (١٨) واجهة برنامج (HEC-HMS) للأحواض الفرعية لوادي سمين المؤثر على مدينة أملج



المصدر : من عمل الباحثين اعتماداً على النموذج الهيدرولوجي (HEC-HMS)

شكل (١٩) هيدروجراف تدفق السيول للأحواض الفرعية لوادي سمين المؤثر على مدينة أملج من برنامج (HEC-HMS)

ثانياً: نتائج النمذجة الهيدروليكية لإنتاج مؤشر مخاطر السيول (FHI) وتحديد المناطق العمرانية المعرضة لمخاطر السيول:

تقييم المخاطر هو تحديد احتمال حدوث خطر معين، في وقت محدد في المستقبل، وكذلك شدته ومساحة تأثيره، ولعل أهم ما يميز هذه الطريقة هي مناسبتها للمناطق العمرانية، وقد تم إنشاء خرائط لعمق المياه وسرعتها ومستويات شدة الفيضان، تم تصنيف مخاطر الفيضانات (HR) للناس (Flood hazard rating (HR) to people) اعتماداً على مصفوفة المخاطر النموذجية التي اعتمدتها الوكالة الفدرالية لإدارة الطوارئ (FEMA)، (FEMA,2004)، الشكل (٢٠)، والجدول (٦)، وتقاس معادلة المخاطر بالمعادلة التالية:

$$HR = d\ (v + 0.5) + DF$$

حيث:

HR: معدل المخاطر.

d: عمق مياه السيول (متر)

v: سرعة مياه السيول (متر/ث).

DF: معامل يأخذ العوالق في الاعتبار وتفترض قيمته بـــــ:

٠.٥ للأعماق أقل من ٠.٢٥ متر.

١.٠ للأعماق أكثر من أو يساوي ٠.٢٥ متر.

الجدول (٦) تصنيف المخاطر على البشر باستخدام تقييم المخاطر (HR)

	رمز اللون	تصنيف المخاطر على البشر
أقل من ٠.٧٥		خطر منخفض جدا - الحذر
من ٠.٧٥ إلى ١.٢٥		خطر على البعض - ويشمل الأطفال والمسنين والمرضى
من ١.٢٥ إلى ٢.٠		الخطر بالنسبة للغالبية - يشمل الجمهور العام
أكثر من ٢.٠		خطر على الجميع - يشمل خدمات الطوارئ

المصدر: Central Valley floodplain Evaluation Delineation program (CVFED)

والجدول (٧) يوضح درجات مخاطر السيول اعتماداً على برنامج HEC-RAS، ولتنفيذ النموذج يجب توافر تفاصيل للمقاطع العرضية من مجاري الوادي الشكل (٢١)، وتوافر معدل التدفق عند المنبع (م^{٣}/ث)، (Feldman, 2000)، وباستخدام معادله حفظ الطاقة، يمكن حساب سرعة وعمق المياه (Fan, el at, 2009)، وقد أظهرت العديد من الدراسات السابقة أن هذه النماذج أعطت نتائج دقيقة وفعالة في الدراسات المتعلقة بالفيضانات (Anderson, el at, 2002; Siddiqui, et al, 2011;).

الجدول (٧) مستويات شدة الفيضان

الناتج من العمق الأقصى للمياه h مع السرعة القصوى (v م^{٢}/ث)		أقصي عمق للمياه س (م)	مستوي شدة الفيضانات

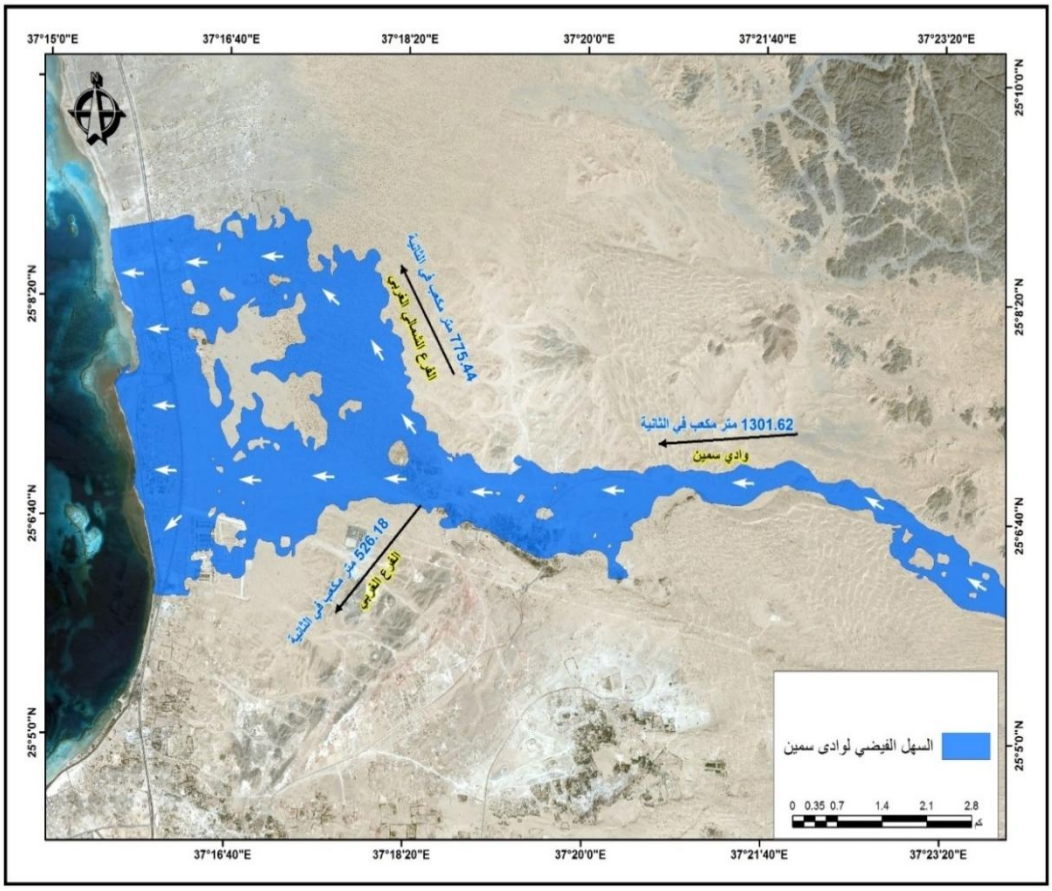
HR	Depth of flooding - d (m)												
	DF = 0.5				DF = 1								
Velocity v (m/s)	0.05	0.10	0.20	0.25	0.30	0.40	0.50	0.60	0.80	1.00	1.50	2.00	2.50
0.0	0.03 + 0.5 = 0.53	0.05 + 0.5 = 0.55	0.10 + 0.5 = 0.60	0.13 + 0.5 = 0.63	0.15 + 1.0 = 1.15	0.20 + 1.0 = 1.20	0.25 + 1.0 = 1.25	0.30 + 1.0 = 1.30	0.40 + 1.0 = 1.40	0.50 + 1.0 = 1.50	0.75 + 1.0 = 1.75	1.00 + 1.0 = 2.00	1.25 + 1.0 = 2.25
0.1	0.03 + 0.5 = 0.53	0.06 + 0.5 = 0.56	0.12 + 0.5 = 0.62	0.15 + 0.5 = 0.65	0.18 + 1.0 = 1.18	0.24 + 1.0 = 1.24	0.30 + 1.0 = 1.30	0.36 + 1.0 = 1.36	0.48 + 1.0 = 1.48	0.60 + 1.0 = 1.60	0.90 + 1.0 = 1.90	1.20 + 1.0 = 2.20	1.50 + 1.0 = 2.55
0.3	0.04 + 0.5 = 0.54	0.08 + 0.5 = 0.58	0.15 + 0.5 = 0.65	0.19 + 0.5 = 0.69	0.23 + 1.0 = 1.23	0.30 + 1.0 = 1.30	0.38 + 1.0 = 1.38	0.45 + 1.0 = 1.45	0.60 + 1.0 = 1.60	0.75 + 1.0 = 1.75	1.13 + 1.0 = 2.13	1.50 + 1.0 = 2.50	1.88 + 1.0 = 2.88
0.5	0.05 + 0.5 = 0.55	0.10 + 0.5 = 0.60	0.20 + 0.5 = 0.70	0.25 + 0.5 = 0.75	0.30 + 1.0 = 1.30	0.40 + 1.0 = 1.40	0.50 + 1.0 = 1.50	0.60 + 1.0 = 1.60	0.80 + 1.0 = 1.80	1.00 + 1.0 = 2.00	1.50 + 1.0 = 2.50	2.00 + 1.0 = 3.00	2.50 + 1.0 = 3.50
1.0	0.08 + 0.5 = 0.58	0.15 + 0.5 = 0.65	0.30 + 0.5 = 0.80	0.38 + 0.5 = 0.88	0.45 + 1.0 = 1.45	0.60 + 1.0 = 1.60	0.75 + 1.0 = 1.75	0.90 + 1.0 = 1.90	1.20 + 1.0 = 2.20	1.50 + 1.0 = 2.50	2.25 + 1.0 = 3.25	3.00 + 1.0 = 4.00	3.75 + 1.0 = 4.75
1.5	0.10 + 0.5 = 0.60	0.20 + 0.5 = 0.70	0.40 + 0.5 = 0.90	0.50 + 0.5 = 1.00	0.60 + 1.0 = 1.60	0.80 + 1.0 = 1.80	1.00 + 1.0 = 2.00	1.20 + 1.0 = 2.20	1.60 + 1.0 = 2.60	2.00 + 1.0 = 3.00	3.00 + 1.0 = 4.00	4.00 + 1.0 = 5.00	5.00 + 1.0 = 6.00
2.0	0.13 + 0.5 = 0.63	0.25 + 0.5 = 0.75	0.50 + 0.5 = 1.00	0.63 + 0.5 = 1.13	0.75 + 1.0 = 1.75	1.00 + 1.0 = 2.00	1.25 + 1.0 = 2.25	1.50 + 1.0 = 2.50	2.00 + 1.0 = 3.00	3.50	4.75	6.00	7.25
2.5	0.15 + 0.5 = 0.65	0.30 + 0.5 = 0.80	0.60 + 0.5 = 1.10	0.75 + 0.5 = 1.25	0.90 + 1.0 = 1.90	1.20 + 1.0 = 2.20	1.50 + 1.0 = 2.50	1.80 + 1.0 = 2.80	3.40	4.00	5.50	7.00	8.50
3.0	0.18 + 0.5 = 0.68	0.35 + 0.5 = 0.85	0.70 + 0.5 = 1.20	0.88 + 0.5 = 1.38	1.05 + 1.0 = 2.05	1.40 + 1.0 = 2.40	1.75 + 1.0 = 2.75	3.10	3.80	4.50	6.25	8.00	9.75
3.5	0.20 + 0.5 = 0.70	0.40 + 0.5 = 0.90	0.80 + 0.5 = 1.30	1.00 + 0.5 = 1.50	1.20 + 1.0 = 2.20	1.60 + 1.0 = 2.60	3.00	3.40	4.20	5.00	7.00	9.00	11.00
4.0	0.23 + 0.5 = 0.73	0.45 + 0.5 = 0.95	0.90 + 0.5 = 1.40	1.13 + 0.5 = 1.63	1.35 + 1.0 = 2.35	1.80 + 1.0 = 2.80	3.25	3.70	4.60	5.50	7.75	10.00	12.25
4.5	0.25 + 0.5 = 0.75	0.50 + 0.5 = 1.00	1.00 + 0.5 = 1.50	1.25 + 0.5 = 1.75	1.50 + 1.0 = 2.50	2.00 + 1.0 = 3.00	3.50	4.00	5.00	6.00	8.50	11.00	13.50
5.0	0.28 + 0.5 = 0.78	0.60 + 0.5 = 1.10	1.10 + 0.5 = 1.60	1.38 + 0.5 = 1.88	1.65 + 1.0 = 2.65	3.20	3.75	4.30	5.40	6.50	9.25	12.00	14.75

عالي	h> 1.5 m	أو	v h >1.5 m^2/s
متوسط	0.54 m < h< 1.5 m	أو	0.5 <vh< 1.5 m^2/s
منخفض	0.1 m < h< 0.5 m	و	0.1 m2/s <vh< 0.5 m^2/s

المصدر: Central Valley floodplain Evaluation Delineation program (CVFED)

الشكل (٢٠) تصنيف المخاطر على البشر باستخدام تقييم المخاطر (HR)

المصدر: من عمل الباحثين اعتماداً على النمذجة الهيدروليكية (HEC-RAS) ونظم المعلومات الجغرافية



(GIS)

شكل (٢١) حدود انتشار السهل الفيضي للأودية المؤثرة على مدينة أملج لعام ٢٠١٩م

Central Valley floodplain Evaluation Delineation program (CVFED)

يتم تحديد كثافة مياه الفيضانات من خلال مزيج من أعماق وسرعات التدفق الأقصى ويتم تعريف الكثافة على أنها نتاج العمق الأقصى والسرعة القصوى استناداً إلى برنامج (CVFED) واعتماداً على برنامج (HEC-RAS) فأنه تسيطر فئة المخاطر المتوسطة (٠.٥ – ٣.١ م٣/ث) بنسبة ٤٠%، وشكل نحو ٧.٢ كم٢ من المناطق العمرانية المعرضة للغمر من فيضان وادي سمين، وتتركز في الأجزاء الشمالية لمدينة أملج باتجاه مخططات الكوثر، في حين تشكل المناطق المنخفضة (٠.١ – ٠.٥) نسبة ٣٥%، وتشكل نحو ٦.٣ كم٢ من

المناطق العمرانية المعرضة للغمر من فيضان وادي سمين، وتتركز في وسط المنطقة العشوائية في مخطط الدقم، أما نسبة المخاطر العالية (١.٥ فأكثر) فتشكل نحو ٢٥%، وتشكل نحو ٤.٥ كم٢ من المناطق العمرانية المعرضة للغمر من فيضان وادي سمين، وتتركز بشكل كبير في مخططات الإسكان، ومنطقة الأصداف، ومخططات الواسطة، ومن ثم فأن مدينة أملج تنمو عمرانياً في أشد مناطق مخاطر الفيضان، وهو امر يحتاج إلى التدخل الحاسم من قبل القائمين على إدارة وتخطيط البيئة الحضرية بمدينة أملج، من أجل إيجاد آلية لدرء مخاطر السيول لفيضان وادي سمين، جداول (٨،٩،١٠)، شكل (٢٢،٢٣،٢٤).

جدول (٨) خصائص فيضان وادي سمين (الأعماق (م)) لعام ٢٠١٩م

درجات الخطورة	٠.١-٠.٥ (منخفضة)	٠.٥-١.٥ (متوسطة)	١.٥ فأكثر (مرتفعة)	الجملة
المناطق العمرانية المعرضة للغمر من فيضان وادي سمين	٦.٣	٥.٤	٦.٣	١٨
%	٣٥	٣٠	٣٥	١٠٠

المصدر: من عمل الباحثين اعتماداً على النموذج ثنائي الأبعاد لأعماق المياه باستخدام برنامج النمذجة الهيدروليكية (HEC-RAS)

جدول (٩) خصائص فيضان وادي سمين (السرعات (م/ث)) لعام ٢٠١٩م

درجات الخطورة	٠.١-٠.٥ (منخفضة)	٠.٥-١.٥ (متوسطة)	١.٥ فأكثر (مرتفعة)	الجملة
المناطق العمرانية المعرضة للغمر من فيضان وادي سمين	٧.٢	٣.٦	٧.٢	١٨
%	٤٠	٢٠	٤٠	١٠٠

المصدر: من عمل الباحثين اعتماداً على النموذج ثنائي الأبعاد لسرعات المياه باستخدام برنامج النمذجة الهيدروليكية (HEC-RAS)

جدول (١٠) خصائص فيضان وادي سمين (المخاطر (م٣/ث)) لعام ٢٠١٩م

درجات الخطورة	٠.١-٠.٥ (منخفضة)	٠.٥-١.٥ (متوسطة)	١.٥ فأكثر (مرتفعة)	الجملة
المناطق العمرانية المعرضة للغمر من فيضان وادي سمين	٦.٣	٧.٢	٤.٥	١٨
%	٣٥	٤٠	٢٠	١٠٠

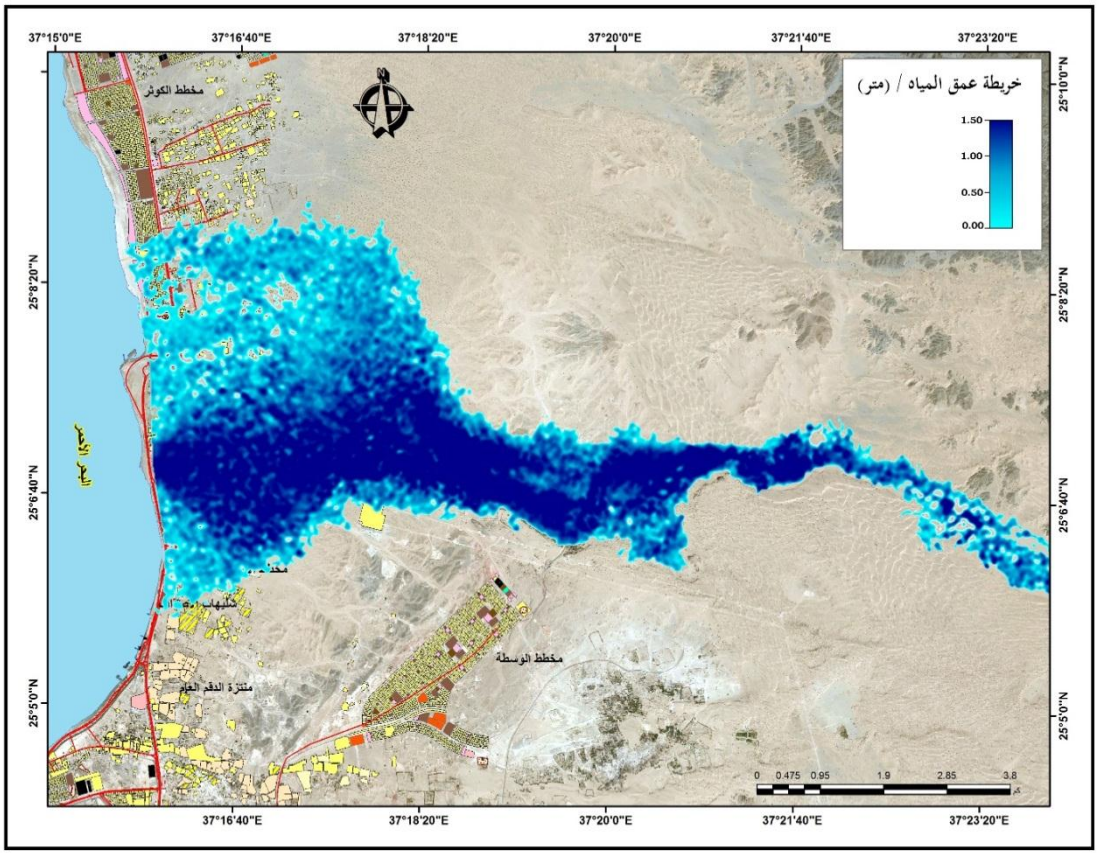
المصدر: من عمل الباحثين اعتماداً على النموذج ثنائي الأبعاد لمخاطر السيول باستخدام برنامج النمذجة الهيدروليكية (HEC-RAS)

ثالثاً: مخطط الحماية ودرء مخاطر السيول لمدينة أملج:

تعد التدابير والإجراءات التي تخفف من تأثير الفيضانات ضرورية وحاسمة في إدارة تخطيط الكوارث الطبيعية للمناطق العمرانية، بيلا وأخرون، هوانج وأخرون (Billa, et al, 2006; Huang, et al 2008)، وتعتمد الدراسة على التدخل الهندسي لحماية مدينة أملج من مخاطر السيول بإقامة منشأت هندسية، وتتمثل في القنوات المفتوحة، وتقترح الدراسة تنفيذ عدد ٣ قنوات تحويلية لاحتواء وضبط مياه السيول القادمة من الشرق إلى الغرب لوادي سمين، ومنع دخولها إلى داخل مدينة أملج شكل (٢٥)، باستخدام كمية التدفق القصوى المتوقعة لفترة تكرارية قدرها ١٠٠ عام، وتصريف المياه في القناه الشمالية والجنوبية حتى تخرج المياه إلى البحر الأحمر على النحو التالي:

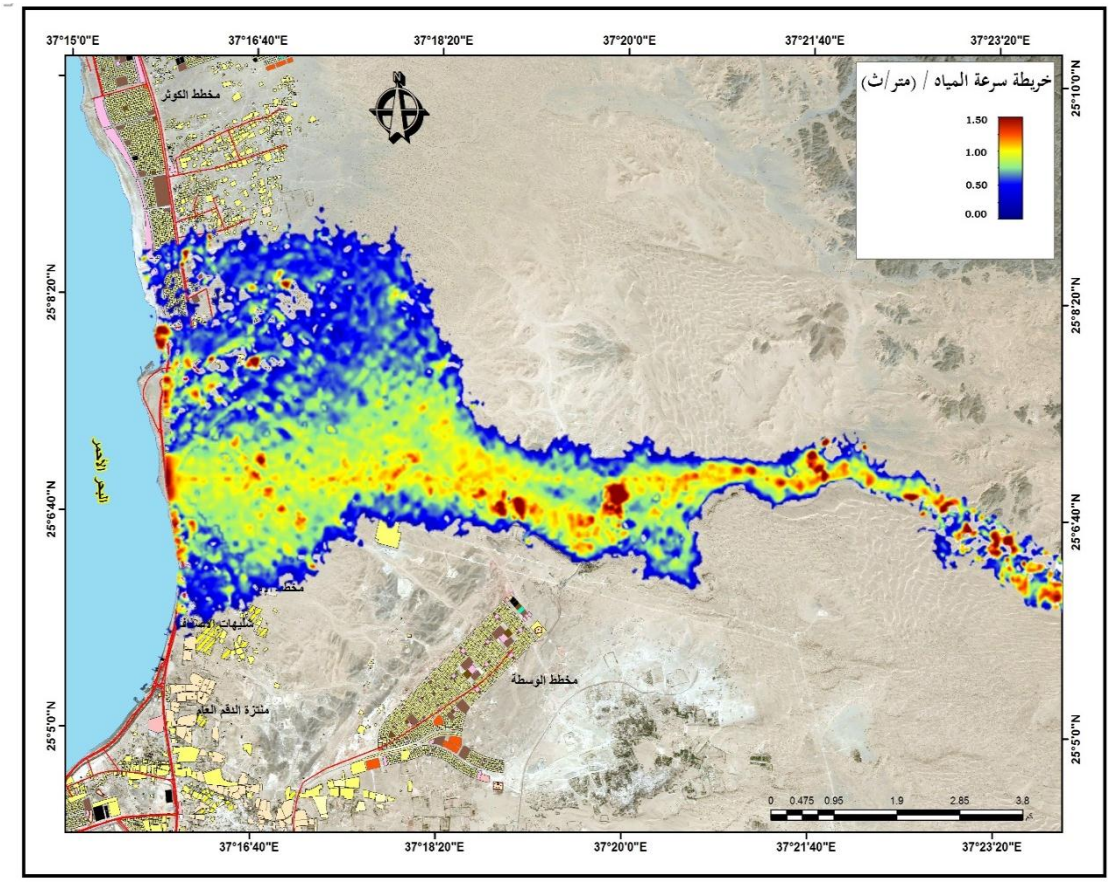
- تنفيذ قناة لاحتواء وضبط مياه السيول القادمة من الشرق لوادي سيمن، ومنع دخولها إلى داخل الكتلة العمرانية، باستخدام كمية التدفق القصوى لفترة تكرارية قدرها ١٠٠ عام، والمقدرة بحوالي ١٣٠١.٦٢ م^{٣}/ث، والقناة الموصي بتنفيذها لتصريف مياه الوادي تبدأ من الشرق وتنتهي في الغرب، حيث عرض القاع للقناة المقترحة ٣٠٠ متر، وعمق القناة ١.٦ متر، وطول القناة يبلغ ١٠ كم.
- تنفيذ قناة لاحتواء وضبط مياه السيول القادمة من الشرق لوادي سيمن، والواقعة شمال الوادي، ومنع دخولها إلى داخل الكتلة العمرانية، باستخدام كمية التدفق القصوى لفترة تكرارية قدرها ١٠٠ عام، والمقدرة بحوالي ١٠٤٥.٣٧ م^{٣}/ث، والقناة الموصي بتنفيذها لتصريف مياه الوادي تبدأ من الشرق وتنتهي في الغرب في البحر الأحمر، حيث عرض القاع للقناة المقترحة ١٥٠ متر، وعمق القناة ٢ متر، وطول القناة يبلغ ٥ كم.
- تنفيذ قناة لاحتواء وضبط مياه السيول القادمة من الشرق لوادي سيمن، والواقعة جنوب الوادي، ومنع دخولها إلى داخل الكتلة العمرانية، باستخدام كمية التدفق القصوى لفترة تكرارية قدرها ١٠٠ عام، والمقدرة بحوالي ٣٩٤.٥٦ م^{٣}/ث، والقناة الموصي بتنفيذها لتصريف مياه الوادي تبدأ من الشرق وتنتهي في

الغرب في البحر الأحمر، حيث عرض القاع للقناة المقترحة ٩٠ متر، وعمق القناة ٢.٤ متر، وطول القناة يبلغ ٤ كم.



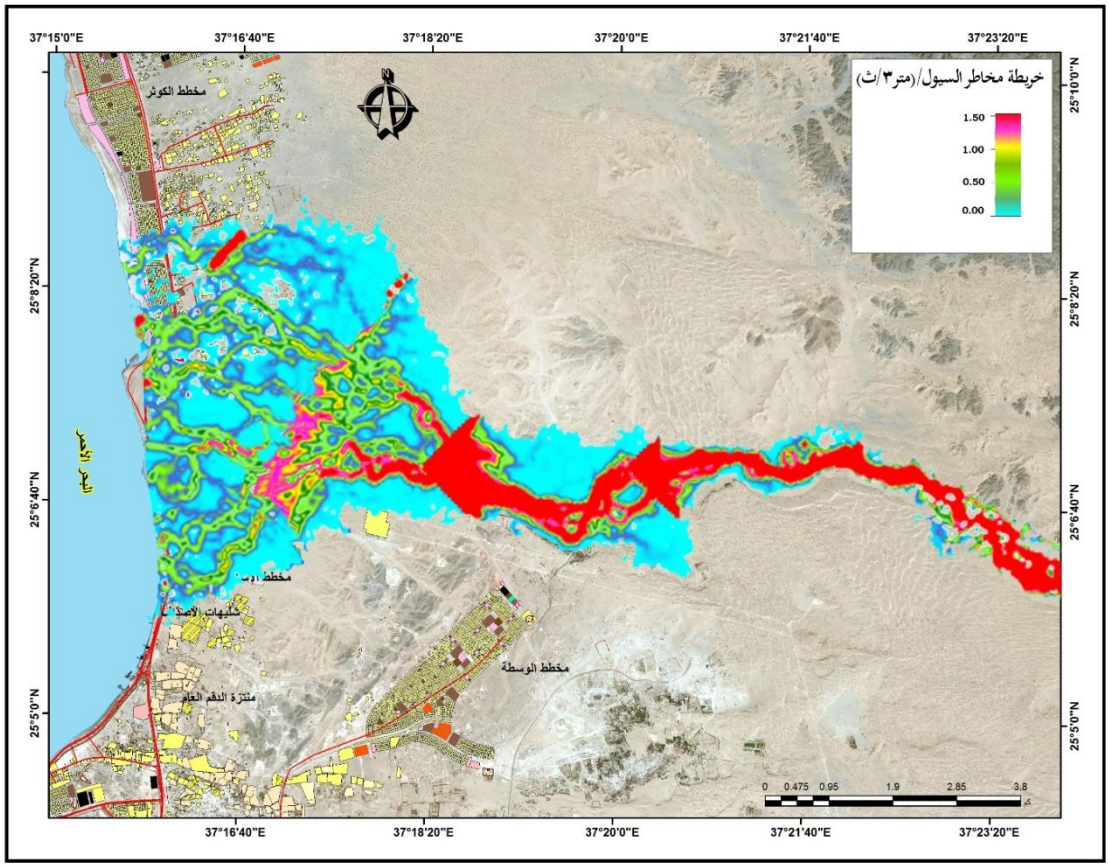
المصدر: من عمل الباحثين اعتماداً على النمذجة الهيدروليكية (HEC-RAS) ونظم المعلومات الجغرافية (GIS)

شكل (٢٢) النموذج ثنائي الأبعاد لعمق المياه للأودية المؤثرة على مدينة أملج لعام ٢٠١٩م



المصدر: من عمل الباحثين اعتماداً على النمذجة الهيدروليكية (HEC-RAS) ونظم المعلومات الجغرافية (GIS)

شكل (٢٣) النموذج ثنائي الأبعاد لسرعة المياه للأودية المؤثرة على مدينة أملج لعام ٢٠١٩م



المصدر: من عمل الباحثين اعتماداً على النمذجة الهيدروليكية (HEC-RAS) ونظم المعلومات الجغرافية (GIS)

شكل (٢٤) النموذج ثنائي الأبعاد لمخاطر السيول للأودية المؤثر على مدينة أملج لعام ٢٠١٩م

المصدر: من عمل الباحثين اعتماداً على النمذجة الهيدرولوجية (WMS) والهيدروليكية (HEC-RAS) ونظم المعلومات الجغرافية (GIS)

شكل (٢٥) خريطة بدائل الحماية المقترحة لدرء مخاطر السيول عن مدينة أملج لعام ٢٠١٩م

النتائج والتوصيات:

أولاً: النتائج:

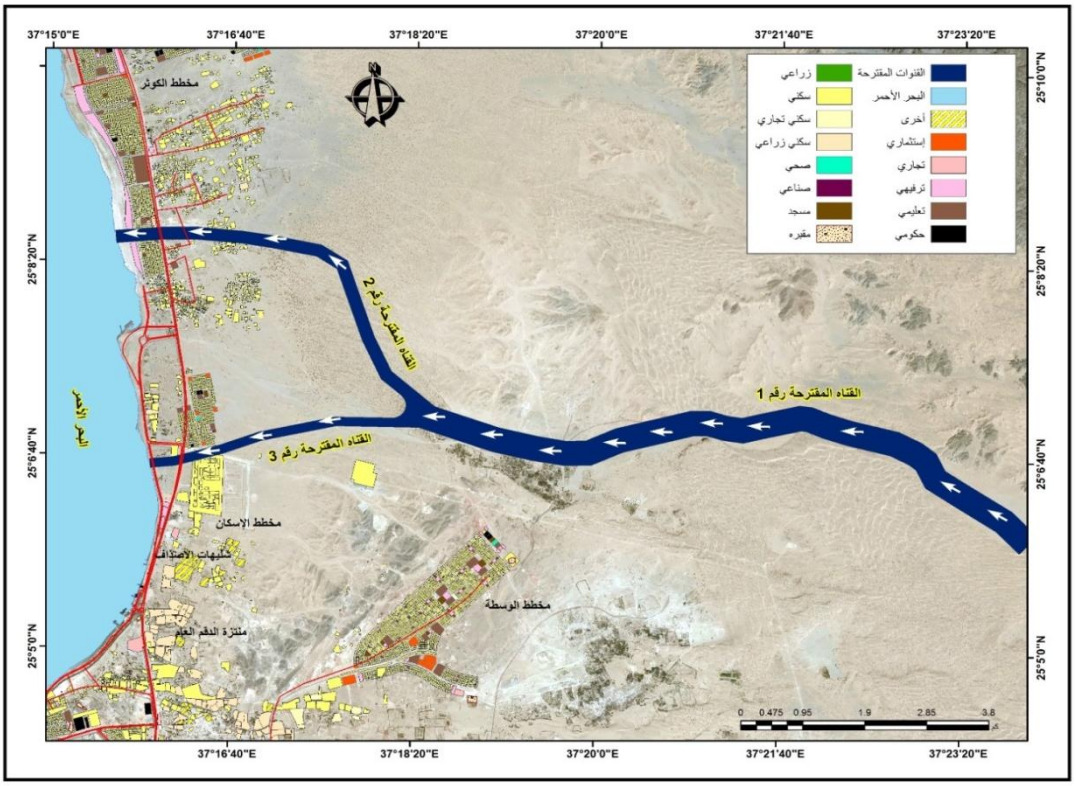
• أتضح من توظيف النموذج الهيدرولوجي (HEC-1)، التابع لبرنامج النمذجة الهيدرولوجية (WMS)، أن مدينة أملج تتعرض لمخاطر سيول لوادي رئيسي، قادم من الشرق إلى الغرب وهو وادي سمين، وتم تقسيم حوض وادي سمين إلى حوضين تصريف هما (A,B)، ورعى في هذا التقسيم وجود سد سمين المقام لتخزين المياه على الوادي، حيث سيتم استبعاد المياه القادمة من الشمال (الحوض رقم B) فوق منطقة السد،

وذلك بسبب حجز مياه هذا الجزء من خلال السيد المقام حالياً، ويمتد الوادي A بطول يصل إلى ٥٨٠٢٢.١٢ متر، وتصل مساحة الحوض إلى ٨٥٠.٧ كيلومتر مربع، وبلغ انحدار الحوض ٠.١٢٢٧ م/م، في حين يمتد الحوض B بطول يصل إلى ١٠٣٠٩.٩٨ متر ، وتبلغ مساحة الحوض نحو ٤٥.٢٥ كيلومتر مربع، وانحدار الحوض نحو ٠.٠٧٧٧ م/م، وتتراوح قيمة التدفق لأحواض التصريف ما بين١٧٨.٢٨ : ١٣٠١.٦٢ م٣/ث، ويتراوح حجم التدفق ما بين ٢٩٦١٥٥٩.٨ : ٥٦١٨٠٣٥٢.٦ م٣، ويتراوح حجم زمن الوصول إلى أقصى تدفق ما بين ٨٤٠: ١١٨٥ دقيقة.

- تسيطر فئة المخاطر المتوسطة (٠.٥ – ٣.١ م٣/ث) بنسبة ٤٠%، وشكل نحو ٧.٢ كم٢ من المناطق العمرانية المعرضة للغمر من فيضان وادي سمين، وتتركز في الأجزاء الشمالية لمدينة أملج باتجاه مخططات الكوثر، في حين تشكل المناطق المنخفضة (٠.١ – ٠.٥) نسبة ٣٥%، وتشكل نحو ٦.٣ كم٢ من المناطق العمرانية المعرضة للغمر من فيضان وادي سمين، وتتركز في وسط المنطقة العشوائية في مخطط الدقم، أما نسبة المخاطر العالية (١.٥ فأكثر) فتشكل نحو ٢٥%، وتشكل نحو ٤.٥ كم٢ من المناطق العمرانية المعرضة للغمر من فيضان وادي سمين، وتتركز بشكل كبير في مخططات الإسكان، ومنطقة الأصداف، ومخططات الواسطة، ومن ثم فأن مدينة أملج تنمو عمرانياً في أشد مناطق مخاطر الفيضان، وهو امر يحتاج إلى التدخل الحاسم من قبل القائمين على إدارة وتخطيط البيئة الحضرية بمدينة أملج، من أجل إيجاد آلية لدرء مخاطر السيول لفيضان وادي سمين.

ثانياً: التوصيات:

- تنفيذ عدد ثلاث قنوات لاحتواء وضبط مياه السيول القادمة من الشرق إلى الغرب لوادي سمين، ومنع



دخولها إلى داخل مدينة أملج باستخدام كمية التدفق القصوى المتوقعة لفترة تكرارية قدرها ١٠٠ عام، وحسب الخصائص المقترحة والمذكورة بالدراسة وخصائص هذه القنوات كالتالي: القناة رقم (١): تقع على وادي سيمن، بطول ١٠ كم، وعرض ٣٠٠ متر، وعمق القناة ١.٦ متر، والقناة رقم (٢): تقع شمال وادي سمين، بطول ٥ كم، وعرض ١٥٠ متر، وعمق ٢ متر، والقناة رقم (٣): تقع جنوب وادي سمين، بطول ٤ كم، وعرض ٩٠ متر، وعمق القناة ٢.٤ متر.

- المحافظة على الأودية والمسايل المائية وتحريرها من أي عوائق وتحديد مساراتها وأحرامها وخاصة خارج منطقة التطوير وأخذ ذلك بعين الاعتبار بالإضافة تنظيف وعمل المجاري المائية داخل المخطط العام عند التطوير المستقبلي للمنطقة.
- احترام مجاري الأودية والالتزام بالحرم المحدد لكل وادي وتطبيقه على كل مخرجات التخطيط والتطوير المستقبلي بالمنطقة، وإنشاء نظام لتصريف مياه الأمطار في مناطق التطوير وربط هذا النظام بالقنوات المقترحة ومجاري السيول الحالية.
- ضمان استمرارية الأودية وتحديد حرم لها وعدم اعتراضها بأي منشآت أو عقوم يمكن أن يعيق حركة مياه السيول وهي مناسبه إلى البحر، مع تحديد مناطق حماية للأودية والممرات المائية للمحافظة عليها بواقع ١٠ متر من كل جانب في الأودية الضيقة والفرعية بواقع نصف العرضي التصميمي للأودية الرئيسية ويمكن للجهات التنفيذية تحديد هذا الحرم وتغيير عرضه حسب أهداف المخطط.
- إيقاف عملية التوسع الحضري للمخططات العمرانية باتجاه الشرق ناحية وادي سمين ولا يسمح لأي جهة بتقسيم أو تخطيط أو تطوير أي أراضي أو أي استخدام للأراضي داخل حدود نطاق التنمية العمرانية أو خارجها إلا بعد اعتماد مخطط الأراضي من قبل وزارة الشئون البلدية والقروية، وبالتالي اعتماد الدراسات الهيدرولوجية لدرء أخطار السيول عن أي مشروع يتم تنفيذه.
- أهمية توظيف النموذج الهيدرولوجي (HEC-1) التابع لبرنامج النمذجة الهيدرولوجية (WMS) لقدرته على حساب منحنى هيدروجراف السيول لأحواض التصريف المختلفة، وتقدير حساب كميات مياه السيول ومعدلات تدفقها اعتماداً على طريقة (SCS Unit Hydrograph).
- أهمية تطبيق النمذجة الهيدرولوجية (WMS) في دراسات مخاطر السيول، لاحتوائه على العديد من النماذج الهيدرولوجية التي تناسب المناطق الجافة والت تم استخدامها وتعميمها في الكثير من الدول العربية (HEC-1, HEC-HMS, GSSHA)، ولقدرته على التكامل مع التقنيات الحديثة والمتمثلة في الاستشعار عن بعد (RS) ونظم المعلومات الجغرافية (GIS)

المصادر والمراجع

أولاً: المراجع العربية:

١- عبد الكريم، أشرف أحمد علي، (٢٠١٨م)، "أثر التغيرات المناخية والتوسعات العمرانية على زيادة مخاطر السيول: قرية حجازة – محافظة قنا – نموذج باستخدام النمذجة الهيدرولوجية والهيدروليكية (WMS & HEC-RAS) ونظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد (GIS & R.S)" المؤتمر الدولي الأول للمجموعة المناخية المصرية (المناخ والبيئة – مصر – أفريقيا والعالم)، جمهورية مصر العربية، خلال الفترة ١٣ -١٥ أكتوبر ٢٠١٨م، ص ص ١-٣٦.

٢- عبد الكريم، أشرف أحمد علي، (٢٠١٣م)، "أثر التغيرات المكانية للنمو العمراني واستخدامات الأرض على زيادة مخاطر السيول في المدينة السعودية: دراسة حالة مدينة حائل باستخدام نظم المعلومات الجغرافية GIS والاستشعار عن بعد RS" سلسة بحوث جغرافية، المجلد السادس، العدد (٢)، المجلة العربية لنظم المعلومات الجغرافية، الجمعية الجغرافية السعودية، جامعة الملك سعود، الرياض، ص ٥٨.

ثانياً: المراجع غير العربية:

1. Anderson, M., Chen, Z-Q., Kavvas, M., Feldman, A., (2002), "Coupling HEC-HMS with atmospheric models for prediction of watershed runoff", J Hydrol Eng, Vol. 7, issue 4, pp.312–318.

2. Bajwa, H., Tim, U., (2002), "Toward immersive virtual environments for GIS-based Floodplain modeling and Visualization", In: Proceedings of 22nd ESRI User Conference, pp 1-150.

3. Bates, P.D., De Roo A.P.J., (2000), "A simple raster-based model for flood inundation simulation", J Hydrol. Vol. 236, pp. 54-77.

4. Billa, L., Shattri, M., Mahmud, A. R., Ghazali, A. H., (2006), "Comprehensive planning and the role of SDSS in flood disaster management in Malaysia", Dis Prev Manag, Vol. 15, pp. 233–240.

5. Doocy, S., Daniels, A., Murray, S., Kirsch, TD., (2017), "The human impact of floods: a historical review of events 1980–2009 and systematic literature review", PLoS Curr, 5, doi: 10.1371/currents.dis.f4deb457904936b07c09daa98ee8171a, pp. 1-19.

6. Fan, C., Ko, C-H., Wang, W-S., (2009), "An innovative modeling approach using Qual2K and HEC-RAS integration to assess the impact of tidal

effect on River Water quality simulation", J Environ Manag, Vol. 90, issue. (5), pp. 1824–1832.

7. Feldman, A. D., (2000), "Hydrologic Modeling System HEC–HMS: Technical Reference Manual", US Army Corps of Engineers, Hydrologic Engineering Center, pp 1–138.

8. FEMA., (2004),"HAZUS–MH. FEMA's methodology for estimating potential losses from disasters", US Federal Emergency Management Agency, http://www.fema.gov/plan/prevent/ hazus /index.shtm.

9. Guha–Sapir, D., Hoyois, P., Below, R., (2015), "Annual Disaster Statistical Review 2014: The Numbers and Trends", Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED): Brussels, Belgium, pp. 1–43.

10. Halwatura, D., Najim, M., (2013), "Application of the HEC–HMS model for runoff simulation in a tropical catchment", Environ Model Softw, http://dx.doi.org/ 10.1080/19475705.2016.1255668, Vol. 46, pp. 155–162.

11. Huang, X., Tan, H., Zhou, J., Yang, T., Benjamin, A., Wen, S. W., Li, S., Liu, A., Li, X., Fen, S., Li, X., (2008), "Flood hazard in Hunan province of China, an economic loss analysis", Nat Hazards, Vol. 47, pp. 65–73.

12. Hyfran, M., (1998), "Developed by INRS–Eau with Collaboration of Hydro–Québec Hydraulic Service (Department Hydrology)", in the Framework of Hydro–Québec/CRSNG Statistical Hydrology Chair Located at INRS–Eau, http://www.wrpllc.com/books/hyfran.html, pp 1–60.

13. Khalil, Rahman., Khaled, Balkhair., Amjad, Masood., (2017), "Sub–catchments flow losses computation using Muskingum–Cunge routing method and HEC–HMS GIS based techniques, case study of Wadi Al –Lith, Saudi Arabia", Model. Earth Syst. Environ, DOI 10.1007/s40808–017–0268–1, Vol. 3, issue 4, pp. 1–19.

14. LAOUACHERIA, F., MANSOURI, R., (2015), "Comparison of WBNM and HEC–HMS for runoff hydrograph prediction in a small urban catchment", Water Resources Management, DOI 10.1007/s11269–015–09537, Vol. 29 p. 2485–2501..

15. Meghan, Alexander., Christophe, Viavattene., hazel, Faulkner., sally, priest., (2011), "Flood hazard Research center, flood risk management Consortium", Methods for creating a flood Risk Assessment tool, p. 7.

16. MEILING, W., LEI Z., THELMA, D., (2016), "Hydrological modeling in a semi-arid region using HEC-HMS". Journal of Water Resources and Hydraulic Engineering, DOI 10.5963/JWRHE 0503004, Vol. 5, Issue. 3, pp. 105-115.

17. Muhammad Al-Zahrani, Ahmed Al-Areeq, Hatim O. Sharif, 2017, "estimating urban flooding potential near the outlet of an arid catchment in Saudi Arabia", GEOMATICS, NATURAL HAZARDS AND RISK, 2017, Vol. 8, issue. 2, pp. 672-688,

18. NORHAN, A., SAUD, T., FAHAD, A., KAMARUL, A., (2016), "Arid hydrological modeling at wadi Alaqiq, Madinah, Saudi Arabia". Jurnal Teknologi, DOI 10.11113/jt.v78.4516, Vol. pp. 51-58.

19. Ponce, V. M., and Hawkins, R. H., (1996), "Runoff Curve Number: Has It Reached Maturity?", Journal of Hyrologic Engineering, https://doi.org/10.1061/(ASCE)1084 -0699(1996)1:1(11), Vol. 1, pp. 9-20.

20. Radmanesh, F., Hemat, JP., Behnia, A., Khond, A., Mohamad, B., (2006), "Calibration and assessment of HEC-1 model in Roodzard watershed". In: 17 th international conference of river engineering, university of Shahid Chamran, Ahva, Vol. 6, pp.343-348.

21. SAMPATH, D., WEERAKOON, S., HERATH, S., (2015), "HEC-HMS model for runoff simulation in a tropical catchment with intra-basin diversions case study of the Deduru Oya River Basin, Sri Lanka", Engineer, DOI 10.4038/engineer.v48i1 .6843, Vol. 48, No. 1, pp. 1-9.

22. Siddiqui, QTM., Hashmi, HN., Ghumman, AR., (2011), "Flood inundation modeling for a watershed in the pothowar region of Pakistan", Arab J Sci Eng, Vol. 36, issue. 7, pp.1203-1220.

23. SINTAYEHU, L.G. (2015), "Application of the HEC-HMS model for runoff simulation of Upper Blue Nile River Basin", Hydrology: Current Research, DOI 10.4172/2157-7587.1000199, Vol. 6. issue. 2, p. 199

24. Soil Conservation Services (SCS), (1985), "National Engineering Handbook", Section 4: Hydrology. US Department of Agriculture, Soil Conservation Service, Engineering Division, Washington DC.

25. Sonbol, M. A., Mtalo, F., El-Bihery, M. A., Abdel Motaleb, M., (2005), "Watershed Modeling of Wadi Sudr and Wadi Al-Arbain in Sinai, Egypt", International Conference of UNESCO Flanders Fust Friend/Nile Project—Towards

A Better Cooperation, The 5th Project Management Meeting & 9th Steering Committee Meeting, Sharm El-Sheikh, pp. 1-12.

26. The central Valley floodplain Evaluation Delineation program, (CVFED), (2009), "Guidelines for Applying the FLO-2D Model to The central Valley floodplain Evaluation Delineation program", p. 61.

27. US Army Corps of Engineers (USACE), (1998), "HEC-1 Flood Hydrograph Package User's Manual", Hydrologic Engineering Center (HEC), Davis, pp 1-280.

Integration between GIS and (HEC-HMS & HEC-RAS) models in estimating expected flood risks in Urban areas; Sameen Valley stream risk that impacted Amlag city at Tabouk zone as a model.

Dr. Ashraf Ahmed Ali Abd Elkarem* Dr. Ali Abdullah Aldousari**

Abstract

The study comes to develop two dimension model to compute speed, depth and spread of overflow in Sameen Valley which impacting Amlag City. This model comes to fix the urban areas expected to be exposed to flood attacks, and to determine the risk indicator to design mitigation strategy for expected overflows that highly important to decision makers. The hydrological model that used in this study is HEC-1 and HEC-HMS for the WMS program to compute the hydrograph for different drainages.

The model also estimates the overflow volumes and its flow rates depending on the SCS Unit Hydrograph approach. The model considers the precipitation depth analysis for different regression periods as 5, 10,20,25,50, and 100 years as

*Associate professor of urban geography and GIS / Research center, ministry of housing, Riyadh, KSA

** Associate professor of GIS, Department of Geography, Faculty of Arts, King Saud University, Riyadh, KSA

well as density curves and frequencies IDF-Curve for Amlag Station using statistical analysis of Hyfran program.

The researcher occupied the model of HEC-RAS program in developing this two dimensional model to compute the velocity, depth and the diffusion of streams overflow. The study also using both GIS and Remote sensing techniques to produce mapping for land use and soil, geological maps for the drainage basins that are basics inputs of running the hydrological model of HEC-1.

The results of study indicating that the northern zones of Amlag City are expose to floods when Sameen streams had overflow, as the total submerged area reached around 18 Km^2. However, the high risk category is considered from 1.5 m^3/sec shares 25% as almost 4.5 Km^2 of the total submerged area by flood water, the middle risk category participates with 40% while the low risk category is 35% of the total submerged area in the city.

The study model accredits peak overflow of 1301.62 m^3/sec during regression of 100 years as the volume of the overflow in streams reached 56180352.6 m^3 and the time for optimum disposal reached 1185 minute. It take in consideration when calculate this overflow the attendance of Sameen Dam that built to store the water, since the overflow water that come from upper heights of Sameen Valley had been excluded because the dam blocking that water.

The study obtains map for the risk indicator of hydrological two dimensional model, and map of the urban areas that are exposed to the overflow risks. Furthermore, the study puts forward the reservation map of flood risks for Amlag City by implementing a package of hydrological units to control overflow water that flood from eastern destination. This to utilize the overflow water and benefit from it as water resources as consider to sustain the food, water, and human security for the city residencies. The main aim also comes to establish the basics of urban development.

The study recommends to consider its results when the decision maker start to sign about implementing the plans of the flood risk controls, as well as develop and maintain the efficiency of the infrastructure to dispose the overflow precipitation as resists with the KSA's vision of 2030.

Key words:

GIS, WMS, HEC-RAS, HEC-1, Urban areas exposed for flood risks map, flood risk indicator for Amlag urban area. Map of flood risks and reservation.